8

DELL' AZIONE CHIMICA DELL' ELETTRICO

SOPRA I TESSUTI ORGANICI VIVENTI

E DELLE SUE APPLICAZIONI ALLA TERAPEUTICA

STUDJ

DEL DOTT. CAV. LUIGI CINISELLI

CHIRURGO PRIMARIO DELLO SPEDALE MAGGIORE DI CREMONA

MEMBRO CORRISPONDENTE DELLA REALE ACCADEMIA MEDICO-CHIRURGICA DI TORINO
DELL' ACCADEMIA FISIO-MEDICO-STATISTICA DI MILANO
DELLA SOCIETÀ DI CHIRURGIA DI PARIGI.

CREMONA
Tip. di Giuseppe Feraboli

—

1862

INDICE

Dedica . . . . . pag. 3

Introduzione . . . . . » 5

Capo I. Le alterazioni dei tessuti organici operate dall' elettrico analoghe a quelle prodotte dai caustici potenziali non si possono attribuire nè alla esaltata azione organico-vitale nè all' azione del calorico . . . . . » 7

Capo II. Le leggi chimiche e l' osservazione dimostrano che le alterazioni dei tessuti organici sopraddette sono il prodotto dell' azione chimica della corrente elettrica . . . . . » 14

Capo III. Alterazioni dei tessuti organici prodotte dall' applicazione di due sole lamine di differente metallo » 37

Capo IV. Fatti relativi all' azione chimica dell' elettrico sopra gli umori ed i tessuti organici oltre quelli già accennati . . . . . » 45

Capo V. Come debba essere distinta la galvano-caustica » 50

Capo VI. Delle circostanze che devono concorrere onde si compia la galvano-caustica chimica e di quelle che la fanno evitare . . . . . » 53

Capo VII. Sul valore pratico della galvano-caustica chimica » 62

ALLA MEMORIA

DI

LUIGI VALENTINO BRUGNATELLI

CHE VIDE PRIMO

NEL 1800

LA POTENZA CHIMICA DELL' ELETTRICO

SULL' ORGANISMO ANIMALE VIVENTE

E SUL TRASPORTO DEI METALLI

FONDANDO LA GALVANO-PLASTICA

E

PRESENTI' LA SCOPERTA DELL' OZONO.

INTRODUZIONE

È ammesso dai medici e dai fisici che l' elettricità dinamica manifesta in tre modi la sua azione sopra la macchina animale, cioè, per mezzo di effetti fisiologici, di effetti fisici o calorifici e di effetti chimici. I primi, manifestandosi con particolari e svariate modificazioni della vitalità, sono affatto speciali e distinti dagli altri due modi di manifestazione, per cui non ne possono andare confusi, ed i fenomeni ad esso relativi non possono essere attribuiti a quelli. Gli effetti fisici e calorifici non costituiscono veramente una azione propria della corrente sopra l' organismo animale vivente, essi si manifestano colla elevazione della temperatura dei reofori e colla loro incandescenza, in date favorevoli circostanze, sotto l' azione della quale i tessuti che si trovano a contatto dei reofori rimangono cauterizzati ed abbruciati alla stessa guisa che se fossero assoggettati all' azione diretta del fuoco o d' un metallo rovente. Gli effetti chimici della corrente sopra i tessuti organici viventi sono pure ammessi dai medici e dai fisici i quali non possono risguardare i tessuti organici esenti dall' azione chimica che l' elettrico esercita con tanta forza

sopra le sostanze inorganiche disgregando le più strette affinità; ma questi effetti della corrente o perchè accompagnati da fenomeni proprii all' azione fisiologica, o per analogia coi fenomeni calorifici, vengono molte volte attribuiti all' uno od all' altro di questi due modi di agire dell' elettrico. Raccogliere i fatti relativi all' azione chimica dell' elettrico sopra i tessuti organici; distinguerli dai fenomeni di modificata azione vitale o da quelli prodotti dall' azione del calorico; distinguere il modo proprio di manifestarsi dell' azione chimica, confrontandolo colle leggi chimiche dell' elettricità dinamica; studiare le circostanze più idonee alla manifestazione degli effetti chimici, onde poterli impiegare come mezzo terapeutico od evitarli quando riescirebbero dannosi, è ciò che mi proposi in questo lavoro. Nel dubbio di aver raggiunto il mio scopo e lungi dal credere d' aver toccato tutto ciò che si riferisce a questo importante argomento, offro questi miei studj perchè altri prendano in particolare esame i fenomeni relativi all' azione chimica dell' elettrico sopra i tessuti organici. Guidato dal desiderio di giovare alla scienza ed alla pratica applicazione della elettro-terapia, procurai di far conoscere l' importanza di queste ricerche col parlare dei pericoli della elettro-puntura nella cura degli aneurismi, e colla comunicazione che feci alla Società di chirurgia di Parigi sulle cauterizzazioni per azione chimica dell' elettrico; il presente lavoro non è che lo sviluppo delle idee già ivi esposte. Possano le ricerche dei dotti completare questi studj che io non intesi che di tracciare.

CAPO I.

Le alterazioni dei tessuti organici operate dall' elettrico analoghe a quelle prodotte dai caustici potenziali non si possono attribuire nè alla esaltata azione organico-vitale nè all' azione del calorico.

Allorchè la corrente attraversa i tessuti organici, in certe determinate circostanze, opera nelle parti che si trovano a contatto cogli elettrodi una alterazione che può variare dalla semplice rubefazione al sollevamento della cuticola ed alla mortificazione convertendo i tessuti in vere escare simili a quelle prodotte dai caustici potenziali. Questa trasformazione dei tessuti organici va accompagnata da viva sensazione di calore e da dolore più o meno intenso che talora arriva sino a quello prodotto dalla moxa. Questo effetto della elettricità dinamica, poche volte procurato ad arte come mezzo terapeutico, si presentò spesso come un accidente la cui spiegazione venne cercata ora nell' uno ora nell' altro dei tre modi di agire dell' elettrico sull' economia animale, cioè nella sua azione fisiologica, nella calorifica, nella chimica.

Quelli che lo attribuirono all' azione fisiologica lo ritennero come ultimo risultato dell' esaltata vitalità e dell' infiammazione. Infatti esso in date circostanze compiesi lentamente e va accompagnato da fenomeni di esaltata vitalità;

ma questa anzichè essere causa delle alterazioni del tessuto organico, va piuttosto considerata quale effetto della stessa causa per la quale le alterazioni succedono, come si vedrà in appresso. Del resto nelle circostanze opportune queste si compiono in un tempo sì breve da escludere siano l' effetto delle azioni organico-vitali esaltate. La corrente sviluppata dagli apparati d' induzione, che è quella che più d' ogni altra è atta ad eccitare la vitalità, non vale a produrre alterazioni organiche durevoli, quantunque capace di provocare dolore vivissimo ed iperemia nelle parti cui viene applicata, come avviene nella faradizzazione cutanea. Esse invece si producono in alto grado sotto l' uso di apparati elettromotori la cui corrente è atta a spiegare effetti fisiologici appena sensibili e capaci solo di provocare contrazioni nella rana preparata; e non solo si producono sugli esseri viventi, ma anche sul cadavere, come verrà in seguito dimostrato.

Non più fondata è l' opinione di quelli che attribuiscono gli effetti di cui trattasi all' azione del calorico che sviluppasi nei reofori pel passaggio della corrente. Infatti si può ottenere la disorganizzazione dei tessuti per mezzo del calore elettrico, ma essa è una vera ustione; i tessuti organici vengono distrutti e carbonizzati come per l' azione del fuoco o del ferro rovente; l' alterazione che ne risulta non presenta i caratteri delle escare prodotte dai caustici potenziali.

Le qualità che si richiedono negli apparati elettromotori per ottenere le ustioni sono ben differenti da quelle che sono necessarie per ottenere le escare, sebbene possa un' apparato riunire in sè la facoltà di produrre le une e le altre. Per le prime è necessario un' apparato la cui corrente sia dotata di molta intensità, esso può risultare di un solo elemento della pila di Grove, di Bunsen, di Daniel o di Wollaston a grande dimensione. Ma qualunque sia il numero degli elementi, onde i fenomeni calorifici si manifestino, è

indispensabile che i reofori si tocchino, oppure siano congiunti per mezzo di un filo di un metallo che possieda in minor grado la facoltà di condurre l' elettrico, come il filo di platino, col quale si uniscono i due reofori di rame. Sopra questo principio è fondata la galvano-caustica, come venne introdotta da Middeldorpff nella pratica chirurgica. Se i reofori di uno solo dei detti elementi invece di essere congiunti si fanno agire separatamente sopra due aghi di platino infissi nei tessuti organici, in modo che non si tocchino, non si manifestano gli effetti calorifici, e neppure altri effetti della corrente, oppure questi sono appena riconoscibili e diversi dai calorifici.

Quando l' apparato risulta composto di un maggior numero dei nominati elementi, allora si possono manifestare tanto le ustioni quanto le escare simili a quelle prodotte dai caustici potenziali, e questi due differenti effetti si ottengono secondo che i reofori sono continui da un polo all' altro oppure agiscono su due punti diversi. Questi effetti si manifestano sul vivo, come sul cadavere.

Questo differente modo di agire della corrente elettrica può essere agevolmente osservato impiegando tre o quattro elementi della pila di Bunsen. Se i reofori di rame di questo apparato sono uniti per mezzo di un filo di platino della lunghezza di dieci a dodici centimetri e del diametro di un millimetro, attraversante un pezzo di carne, appena chiuso il circolo il filo si riscalda e si arroventa, i tessuti si gonfiano, vedonsi due macchie nere risultanti dalla carbonizzazione intorno al filo, e le parti da esso attraversate finiscono ad abbruciare con fiamma. — Se i reofori sono uniti a due aghi di platino, essi pure dello spessore di un millimetro, infissi nella carne ad un centimetro di distanza l' uno dall' altro e tra loro paralleli, allora, invece delle macchie nere e della carbonizzazione, si manifestano due macchie di diverso carattere, dalle punture esce una spuma gialliccia e

si formano due vere escare, le quali differiscono l' una dall' altra e presentano i caratteri di quelle prodotte dai caustici potenziali. — Allorchè i due aghi vengono infissi a brevissima distanza, ad un millimetro, paralleli fra loro od incrociati, purchè non si tocchino, sono ancora gli stessi fenomeni che si presentano, ed esaminando gli aghi durante l' esperimento non rilevasi in essi alcuna elevazione di temperatura. Lo stesso avviene se uno degli elettrodi è rappresentato da una piastra di platino o da un pezzo di carbone, che si applichi assai vicino all' ago infisso. — Quando i due aghi sono infissi in modo da convergere e da incontrarsi verso le loro punte, allora non tardano a manifestarsi gli effetti del calore elettrico; intorno ad essi si formano tosto le due macchie nere che risultano dalla carbonizzazione, la quale in breve si estende a tutto il tratto compreso tra un' ago e l' altro.

Da questi facili esperimenti appare ben distinta l' azione calorifica dell' elettrico da un' altra, i cui effetti sono affatto differenti, e si possono ritenere di natura chimica; infatti basta di qui indicare che la spuma che esce dalle punture dà reazione acida dalla parte del polo positivo ed alcalina dalla parte del negativo. Ma si danno tali circostanze nelle quali questi due differenti effetti dell' elettrico si possono manifestare riuniti in modo da renderne dubbia ed incerta la spiegazione. Ciò avviene quando si faccia uso di un apparato, il quale oltre ad essere composto di elementi atti a sviluppare l' azione calorifica, questi siano in molto numero, sicchè alla intensità della corrente sia congiunta una tensione capace di manifestare in alto grado anche gli effetti chimici. Allora può avvenire che, facendo passare la corrente fra due aghi infissi nei tessuti organici a breve distanza l' uno dall' altro, sotto la vivissima reazione chimica gli aghi si riscaldino al punto da cangiarsi gli effetti chimici in calorifici, e le macchie gialliccie formatesi intorno agli aghi, si convertano in macchie nere ed in vere ustioni.

L' occasione mi si offerse propizia per vedere in modo grandioso queste manifestazioni dell' elettrico, sperimentando con un apparato di Bunsen a grande dimensione composto di cinquanta elementi, che trovavasi disposto per la luce elettrica. I due reofori formati da lunghe striscie di rame davano vivissimi lampi appena arrivavano ad incontrarsi, e per poco che durasse il loro contatto ne avveniva la fusione e si saldavano l' un l' altro. Prendendo colle due mani i due cilindri metallici, coi quali terminavano i reofori, sicchè la corrente dovesse attraversare il corpo per passare da una mano all' altra; non rilevavasi in essi alcuna elevazione di temperatura, e neppure afferrandoli colla stessa mano, purchè non si toccassero. Messi i reofori a contatto di due lunghi aghi d' acciajo infissi in un pezzo di carne, nel quale andavano ad incontrarsi colle loro punte, immediatamente videsi la carne carbonizzarsi intorno agli aghi, i quali tosto si arroventarono e la carne abbruciò con fiamma. — Messi invece i reofori a contatto di due aghi infissi nella carne ad alcuni centimetri di distanza l' uno dall' altro e paralleli tra loro, si manifestò tosto intorno al negativo un' ampia macchia gialla, indi videsi la carne gonfiare intorno all' ago; dal punto d' infissione esciva abbondante spuma gialliccia, la quale spinse fuori l' ago, che si riconobbe fortemente riscaldato. Quando si volle impedire l' uscita dell' ago si udì un crepito nell' interno della carne, in seguito alla spuma escì del vapore e la carne finì a carbonizzarsi intorno all' ago. — Infiggendo gli aghi nella carne a pochi millimetri di distanza e fra loro paralleli i fenomeni descritti si succedettero rapidamente e gli aghi si riscaldarono al punto da arroventarsi, abbruciando la carne con fiamma.

Non ebbi più l' opportunità di ripetere questo esperimento con aghi di diverso metallo, e di tener dietro ai fenomeni che si manifestano dalla parte del polo positivo. Pure gli esperimenti qui riferiti dimostrano la successione distinta di

due ordini di fenomeni, gli ultimi dei quali, calorifici, sono una conseguenza dei primi prodotti dalla corrente elettrica, che si possono ritenere di natura chimica; per cui devesi conchiudere due essere le cause per le quali sviluppasi il calorico nei reofori, una, che può dirsi *primitiva*, è l' azione diretta della corrente stessa sul conduttore metallico opportunamente disposto e continuo da un polo all' altro, l' altra, che può dirsi *secondaria*, è la violenta reazione chimica promossa dalla corrente nei tessuti organici; l' azione di questa causa è sì forte da poter mutare l' indole degli effetti, e farli giudicare prodotti da un' unica causa cioè dall' azione calorifica primitiva della corrente, quando non tengasi conto della notata successione dei fenomeni ora descritti.

Appoggiato a queste osservazioni credo di poter rettificare la relazione di un esperimento di Fabré-Palaprat, riportato da molti trattatisti, che indusse a giudicare prodotte dal calore elettrico tutte le alterazioni che si manifestano nei tessuti organici attraversati dalla corrente. Ecco come viene riportato da Becquerel (1) » Fabré-Palaprat trovò » nell' elettricità un mezzo semplicissimo per applicare istan- » taneamente una moxa nelle parti più profonde del corpo, » senza produrre sensibile lesione fuori della parte cui viene » applicata. A tale oggetto introduce nella parte affetta un » ago di platino che mette in comunicazione con uno dei » poli di una pila composta di elementi a larga superficie, » capace di produrre energici effetti *termo-elettrici;* mentre » l' altro polo, per mezzo di una piastra metallica è messo » in rapporto con una parte vicina del corpo. *All' istante* » *l' ago si riscalda all' incandescenza* ed abbrucia le parti » circostanti, producendo vivo dolore di brevissima durata. » Ha luogo nei giorni successivi un' infiammazione simile

(1) *Traité de l' electricité et du magnetisme T. IV.*

» a quella che manifesta la moxa, indi un' escara che fi-
» nisce a staccarsi sotto la forma della canna di una penna. »

Operando in questa guisa non è possibile che l' ago tosto si riscaldi all' incandescenza; il primo fenomeno che si può manifestare, si è l' alterazione dei tessuti circostanti all' ago, prodotta dall' azione chimica della corrente, la quale, se assai energica, va accompagnata da sviluppo di calorico, per effetto del quale la conducibilità dell' ago diminuisce, e la temperatura di esso aumenta a tanto da rendersi incandescente. Per questo succedersi delle azioni chimiche e calorifiche dell' elettrico, gli effetti vanno soggetti ai notati cambiamenti; l' effetto ultimo sebbene dovuto all' azione calorifica, va distinto da quello operato dal calore prodotto primitivamente dalla corrente nei reofori che si continuano da un polo all' altro.

CAPO II.

Le leggi chimiche e l' osservazione dimostrano che le alterazioni dei tessuti organici sopraddette sono il prodotto dell' azione chimica della corrente elettrica.

Le alterazioni prodotte dalla corrente elettrica nei punti in cui gli elettrodi si trovano ad immediato contatto coi tessuti organici, analoghe a quelle prodotte dai caustici potenziali, sono sempre l' effetto della sua azione chimica. Questa spiegazione data ai fenomeni di cui trattasi sino dai primi tempi in cui si studiarono gli effetti della elettricità dinamica, venne da molti abbracciata, da altri respinta, nè mai i fenomeni stessi furono soggetto di studj completi, per poterne, non solo dedurre una spiegazione certa, ma per cavarne quei vantaggi cui la scienza conduce. Brugnatelli, Davy, Prevost, Dumas, Berzelius Becquerel dimostrarono pei primi l' azione chimica che la corrente elettrica esercita sopra i tessuti ed i fluidi animali; e torna opportuno di qui riferire alcuni esperimenti istituiti in proposito, sebbene già conosciuti.

Se si sottopone per più giorni all' azione della pila voltiana un pezzo di carne, col quale siano messi in comunicazione due vasi riempiti d' acqua distillata, in ciascuno

dei quali sia immersa una lamina di platino comunicante colla pila, questa carne diventa secca e dura, ed abbruciata non lascia alcuna traccia di sali. Nel vaso negativo trovasi potassa, soda, ammoniaca e calce; nel positivo acido solforico nitrico, idroclorico e fosforico.

Le esperienze di Davy provano, che mettendo due dita in due bicchieri, nei quali pescano i reofori di una pila, gli acidi si separano dal corpo vivente sotto la forma di una miscela di acido idroclorico fosforico e solforico dalla parte del polo positivo; e gli alcali sotto forma di sostanza fissa raccolgonsi dalla parte del polo negativo.

Prevost e Dumas sperimentando sull' albume d' uovo videro formarsi un coagulo bianco intorno al polo positivo risultante dalla combinazione dell' acido che si porta a questo polo coll' albumina; ed un coagulo trasparente, analogo alla gelatina, risultante dalla combinazione dell' albumina coll' alcali intorno al polo negativo.

La corrente elettrica mossa da apparati atti a sviluppare effetti chimici nell' attraversare un elettrolito qualunque opera nei punti di contatto di questo cogli elettrodi la chimica decomposizione portandosi gli acidi, quali elementi elettro-negativi al polo positivo, e gli alcali, quali elettro-positivi al negativo. Gli esperimenti addotti comprovano che da questa legge non vanno esenti i tessuti e gli umori animali, e Becquerel assicura che agendo anche sopra di essi colla corrente elettrica si ha una reazione acida al polo positivo ed alcalina al negativo ([1]).

Questi elementi in istato nascente reagiscono tosto sul tessuto organico convertendolo in escara. Ma ciò non sempre avviene, perchè in forza della affinità che quegli elementi possono avere, maggiore pel metallo di cui gli elettrodi sono

([1]) *Becquerel — Opera citata.*

composti, che pei tessuti organici, a quello si combinano risparmiando questi. Da questo diverso modo di comportarsi dei principii resi liberi dalla corrente, e della parte che occupa nei fenomeni di cui trattasi, per quanto io sappia, non si fecero abbastanza carico quelli che trattarono delle cauterizzazioni per l' elettrico. Da questa azione chimica dei principii acidi ed alcalini ora sui tessuti organici, ora sugli elettrodi dipende il manifestarsi od il mancare le cauterizzazioni in circostanze che sembrano identiche.

Le leggi chimiche dell' elettricità sono le sole che danno spiegazione delle alterazioni che la corrente elettrica produce nei tessuti organici, simili a quelle prodotte dai caustici potenziali, e della loro mancanza in date circostanze. Infatti onde poterle ottenere richiedesi il concorso di tutte le circostanze necessarie alla elettrolisi; un' apparato elettromotore semplice, dotato di molta tensione col minor grado possibile di intensità, una pila composta di molti elementi a piccola superficie, è quello che meglio si presta; gli elettrodi devono essere di metalli che non siano intaccati dai prodotti della elettrolisi, devono trovarsi ad immediato contatto coi tessuti organici, ed agire su di essi in due punti distinti; la loro superficie deve essere tersa e lucente; richiedesi in fine che i tessuti sottoposti alla corrente siano nella condizione propria a provarne gli effetti chimici, siano perciò dotati d' un sufficiente grado di umidità.

La mancanza o la presenza meno perfetta dell' una o dell' altra di queste condizioni, come farebbe variare qualunque altra operazione chimica, è causa di mancanza o di modificazione delle alterazioni che la corrente produce nei tessuti organici. Esse mancano infatti o riescono tenuissime quando impiegasi un apparato a grande intensità e poca tensione, cioè di uno o pochi elementi a grande superficie, od un apparato d' induzione, poco atto per sè stesso a manifestare effetti chimici; quando gli elettrodi s' incontrano

e si toccano entro il tessuto organico, quando siano ossidati, per cui manca il loro esatto contatto con esso, quando la superficie dei tessuti organici trovasi asciutta ed arrida in modo da costituire un vero corpo coibente. Si osservano al contrario le alterazioni del tessuto organico e vere escare quando gli elettrodi sono applicati sulla cute pulita, morbida e lievemente umida; più facilmente e più marcate quando la cute sia spoglia dell' epidermide, quando si agisca sopra una piaga od una ferita, e quando gli elettrodi siano rappresentati da due aghi che vengono infissi nei tessuti organici.

Come il modo di applicazione della corrente serve a provare che gli effetti ottenuti dipendono dalla sua azione chimica, così si trae argomento di prova dall' esame degli effetti stessi, tanto confrontati tra loro, quanto cogli effetti che producono i caustici chimici.

Le alterazioni del tessuto organico di cui trattasi furono provocate con processi diversi dall' epoca in cui fu scoperta la pila sino a questi giorni, sia per esperimento, sia per uso terapeutico. Moltissime volte venne fatto di doverle osservare anche quando il caso avrebbe richiesto di evitarle; e ciò perchè mancarono gli studj necessarj a farne conoscere la vera causa ed il suo modo di agire, il quale non è dissimile da quello che la corrente elettrica esercita sulle materie morte e sulle inorganiche. Ciò avvenne particolarmente quando fu introdotto nella pratica chirurgica di procurare la coagulazione del sangue negli aneurismi e nelle varici colla corrente elettrica trasmessa col mezzo dell' agopuntura e quando questo stesso metodo venne applicato alla cura di alcune idropi. Adoperandosi per queste operazioni aghi d' acciajo, fu osservato formarsi prontamente intorno all' ago positivo una piccola macchia nera, a guisa di cerchiello, avente l' aspetto di piccola abbruciatura, la quale nel progresso dell' operazione offre lievissimi cambiamenti col rialzarsi

sul livello della cute e coll' acquistare estensione poco maggiore. Nello stesso tempo si vide formarsi intorno all' ago negativo una macchia giallastra, la quale col progredire dell' operazione si allarga circolarmente nel raggio di due, tre e sino quattro millimetri con formazione di schiuma che solleva la cuticola. Questi effetti della corrente sono più marcati in ragione della maggiore tensione elettrica, del maggior volume degli aghi e della durata della corrente. In quanto agli aghi offresi di notevole, che il positivo trovasi aderente ai tessuti attraversati, per cui provasi resistenza, talvolta forte, alla estrazione; inoltre presentasi ossidato in tutto il tratto introdotto, ma più di tutto nel tratto che corrispondeva ai tessuti solidi attraversati, sul quale presentasi un cerchio nerissimo che ne traccia lo spessore. L' ago negativo invece esce sempre facilmente, e trovasi sempre assai terso e lucente.

Questi fenomeni trovano spiegazione nelle leggi elettrochimiche e specialmente in quella colla quale Dumas e Prevost spiegarono la formazione dei due diversi coaguli che essi presero ad esaminare sperimentando coll' albume d' uovo. Appoggiato a questa spiegazione non dubitai di dare il nome di *cauterizzazione per azione chimica dell' elettrico* all' alterazione di tessuto che la corrente produce intorno all' ago che serve a trasmettere l' elettricità negativa nella elettro-puntura [1]. Infatti quella alterazione, se superficiale, si limita al sollevamento della cuticola in forma di vescica come quella del vescicante ammoniacale; se profonda allora costituisce una vera escara che interessa profondamente i tessuti organici, molle come quella risultante dall' applicazione diretta e prolungata dell' ammoniaca o della potassa caustica, la quale si può ritenere operata dagli

[1] *Sulla elettro-puntura nella cura degli aneurismi* - *Cremona* 1856.

alcali organici che si raccolgono intorno al polo negativo. La corrente elettrica appena incontra la cute vi esercita subito la sua azione chimica decomponente, la quale riesce perciò più energica alla superficie che nelle parti profonde; da ciò dipende la forma conica a base esterna che presentano sempre le escare risultanti dalla elettro-puntura.

Diversamente avviene dalla parte del polo positivo. L' ago d' acciajo rimane ossidato dagli acidi organici che vi si raccolgono intorno, questi perciò poca azione possono esercitare sopra i tessuti organici, e questa azione si limita al rappigliamento del sangue ed alla ossigenazione della sua parte colorante, per cui la piccola macchia nera che rimane dopo l' operazione si essica e scompare, nè mai è seguita da ulcerazione. L' ago rimane quindi separato dai tessuti che attraversa, in modo che in seguito la corrente sia essa del polo positivo o del negativo non ha più su di essi alcuna azione cauterizzante ([1]). L' ago così preparato per l' azione chimica dell' elettricità positiva trovasi nelle stesse condizioni come se fosse separato dai tessuti organici per mezzo di un conduttore di second' ordine, pel quale la corrente trova passaggio senza agire chimicamente sopra i tessuti organici. Ciò che avviene cogli aghi d' acciajo avviene cogli elettrodi di metalli ossidabili, di altra forma, applicati alla superficie dei tessuti organici.

Ma in modo ben differente agisce la corrente elettrica quando s' impiegano elettrodi non ossidabili. In questo caso gli acidi organici che si portano al polo positivo, non combinandosi col metallo, si combinano coi tessuti organici operandone la disorganizzazione e convertendoli in escare, diverse da quelle che si riscontrano al polo negativo, ed analoghe a quelle operate dai caustici acidi. Hamilton avendo

([1]) *Vedi il mio opuscolo già citato.*

trattato un' aneurisma della carotide colla elettro-puntura impiegando aghi d' oro ebbe ad osservare un' escara al polo positivo ([1]).

Gli effetti chimici della corrente sono pressochè identici sul vivo e sul cadavere, come lo sono quelli dei caustici chimici; perciò credo opportuno di riportare alcune esperienze da me istituite sul cadavere allo scopo di poterli sottoporre a più attento esame.

L' apparato elettromotore adoperato in esse era una pila a colonna di quaranta elementi dell' ampiezza di un decimetro quadrato, con strati di panno assai più ristretti, inzuppati di acqua acidulata con $\frac{1}{30}$ di acido solforico. I reofori messi tra loro a contatto non davano segno sensibile di calore e neppure si inalzava la temperatura d' un filo di platino dello spessore di un millimetro, messo in comunicazione colle due estremità di essi. La corrente manifestava energica azione chimica colla decomposizione dell' acqua salata.

Esp.° 1.° Due aghi di platino dello spessore di un millimetro sono infissi a cinque centimetri di distanza l' uno dall' altro al lato interno della coscia d' un cadavere ricco di tessuto adiposo, ma di cute piuttosto secca. Chiuso il circolo vedesi tosto formarsi un' aureola giallastra intorno ad ambi gli aghi; quella del polo positivo è più piccola ed al livello della cute; quella del negativo più ampia, con elevazione della cuticola a guisa di cono intorno all' ago. La carta esploratoria messa a contatto delle macchie e propriamente nel punto d' infissione diede reazione acida al polo positivo, nessuna al negativo. — Continuando la corrente, la macchia intorno all' ago positivo raggiunse l' ampiezza dell' altra, ed entrambe dopo venti minuti d' azione

([1]) *Journal des connaissances — Mai* 1847.

presentavano il diametro di cinque millimetri; la negativa di colore giallo scuro uniforme; la positiva di colore giallo scuro nel contorno, bianca nel centro; dal foro d' ingresso dell' ago esce un fluido sieroso. Tolta la cuticola, che in forma di vescica copre l' aureola negativa, rilevasi essere essa pure di colore giallo scuro nel contorno e bianca nel centro; dalla puntura di questa, oltre il fluido sieroso, escono delle bollicine di gas, il che non avviene nell' altra aureola anche esercitandovi delle pressioni all' intorno. — Dopo mezz' ora di corrente continuata l' aureola negativa non presentò altro visibile cambiamento; la positiva invece divenne uniformemente di color giallo scuro. — Staccata dal cadavere una porzione del derma in un colle aureole, la negativa lasciava traccia di sè con una tinta plumbea sulla superficie del tessuto adiposo, mentre in corrispondenza dell' altra aureola si presentò un semiglobetto bianco, più grosso d' un grano di miglio con foro nel mezzo. Tagliata la cute e le aureole nel mezzo non si riconosce più in corrispondenza di esse la tessitura del derma; esse rappresentano due vere escare; la negativa molle, pieghevole, di colore plumbeo, interessante tutto il derma di cui conserva lo spessore, più estesa verso la superficie interna che verso l' esterna; l' escara positiva presenta il colore e l' aspetto della gelatina condensata; è più estesa verso la superficie interna che verso l' esterna; interessa tutto il derma, ma presenta doppio lo spessore, e la sua resistenza al tatto è simile a quella del lardo. — Le due escare che presentavano molti punti di analogia all' esame esterno, presentarono alla sezione caratteri differenziali marcatissimi, oltre la reazione acida offerta dall' escara corrispondente al polo positivo. — È pure cosa notevole che, mentre operando sul vivo le escare sono di forma conica colla base verso la superficie cutanea, nel cadavere offersero invece la forma di cono tronco colla base verso la superficie interna del derma;

il quale fenomeno parmi trovare spiegazione nell' essere secca e quindi poco conduttrice la superficie del derma nel cadavere adoperato e ricco di fluidi il tessuto cellulare.

In altri esperimenti vidi confermata la differenza notata fra le due escare; ed avendo infisso gli aghi nella carta esploratoria che mandai a contatto della cute, ottenni la reazione acida dall' escara del polo positivo ed alcalina da quella del negativo. Gli aghi sebbene di platino offersero dopo gli esperimenti sensibile differenza, mostrandosi appannato quello unito al reoforo positivo, lucente l' altro. Non è pure necessario adoperare un' apparato di tanta forza per ottenere i risultati ora descritti; vidi formarsi escare distinte sotto l' azione di apparati debolissimi, ed anche di una sola coppia dello stesso apparato lasciato in azione per molte ore.

Esp.° 2.° Sperimentando collo stesso apparato del 1.° esperimento e con aghi d' oro si osservarono gli stessi fenomeni; si ottenne la reazione acida al polo positivo ed alcalina al negativo; l' ago positivo presentò resistenza all' estrazione in forza dell' escara, la quale, sebbene limitata alla sola cute sotto una corrente continuata pel tratto di 45 minuti, era divenuta assai grossa e coriacea; mentre l' escara del polo negativo era divenuta più grossa dello spessore naturale della cute, senza interessare il tessuto cellulare, ed aveva aquistato consistenza maggiore dell' ordinario; presentavasi però molle in confronto di quella del polo positivo.

Esp.° 3.° Adoperando aghi d' acciajo o di ferro dolce compajono le aureole caratteristiche della elettro-puntura. L' ago di ferro al polo positivo si ossida più profondamente di quello d' acciajo; offre maggiore resistenza all' estrazione; molto ossido nero rimane lungo il suo tragitto. Cogli aghi di ferro o d' acciajo non ottenni alcuna reazione chimica sensibile colla carta esploratoria; intorno al polo negativo si presentò sempre l' escara molle; nessuna alterazione di

tessuto intorno all' ago positivo. Le esperienze sul cadavere mi dimostrarono pure che praticando l' elettro-puntura con aghi d' acciajo, ed agendo su di essi prima col polo positivo, onde ottenerne l' isolamento, questo vale ad evitare le escare proprie del polo negativo, quando la corrente non è a lungo protratta, e mossa da una pila composta d' un numero di coppie minore di quello impiegato negli esperimenti, e queste aventi superficie meno estesa; mentre adoperando l' apparato descritto e lasciando agire la corrente continuata per venti minuti sopra l' ago già assoggettato all' azione ossidante del polo positivo, la corrente negativa produce ancora l' escara, ma essa in questo caso riesce più superficiale, che se l' ago fosse stato assoggettato soltanto all' azione del polo negativo.

Esp° 4.° Onde raccogliere altre prove dell' azione chimica della corrente sopra i tessuti organici adoperai i reofori di rame della pila, ridotti a punta alla loro estremità libera, e li adoperai ora soli, ora sostituendoli agli aghi d' oro o di platino onde rilevarne le differenze. Nessuna reazione ebbi a riconoscere per mezzo della carta esploratoria. L' ago positivo si coperse d' uno strato ceruleo collegato coi tessuti da esso attraversati, per cui offerse molta resistenza all' estrazione. L' estremità di questo ago, che negli esperimenti approfondavasi nel tessuto adiposo, si presentò tinto di color bruno, e coperto di uno strato bianco simile alla biacca rammollita. Intorno ad esso non ebbe luogo alcuna alterazione di tessuto, ma invece di questa si formò un' aureola colorata risultante dall' infiltrazione dei prodotti della combinazione degli acidi organici col rame. Il reoforo negativo venne estratto con facilità e trovossi lucente; intorno ad esso eravi un' escara molle.

Pressochè conforme a questo fu il risultato di un esperimento istituito poco dopo che fu scoperta la pila dai medici Mongiardini e Landò, allo scopo di riconoscere se il galvanismo acceleri o ritardi la putrefazione. Essi fecero

agire la corrente mossa da una pila a corona di tazze di ottanta elementi sopra un pezzo di carne nel quale erano infissi i reofori formati di un filo d' argento e rame. Osservarono un cerchio verdiccio intorno al reoforo positivo, e biancastro intorno al negativo, i quali effetti essi chiamarono col nome di *cauterizzazioni*. Dagli esperimenti istituiti conchiusero che gli umori e le sostanze organiche subiscono una vera decomposizione, anzi essere questo il primo effetto del galvanismo, dal quale forse gli altri dipendono ([1]).

Esp.° 5.° Un esperimento che merita di essere considerato si è quello che feci impiegando per elettrodi il carbone invece d' un metallo. Due cilindri di carbone preparato del diametro di cinque millimetri furono assicurati con legatura ai reofori di rame, dopo averli assotigliati in punta nella loro estremità libera. Messi tra loro a contatto non manifestavano sensibile elevazione di temperatura, e neppure mettendoli uno per volta in contatto col reoforo opposto. Furono essi introdotti in due piccole incisioni fatte al lato interno della coscia del cadavere di una giovane donna pingue e leggermente anasarcatica, a cinque centimetri di distanza l' una dall' altra. Chiuso il circolo videsi tosto escire un po' di umore sieroso da ambe le aperture; ma più dalla parte del polo negativo; umore, che colla carta esploratoria diede sensibile reazione acida al polo positivo, alcalina al negativo. Al polo negativo si formò un' aureola di colore giallo oscuro, senza distacco della cuticola, meno umida del solito, molle al tatto, del raggio di tre millimetri partendo dal carbone. Al polo positivo si formò intorno al carbone una zona di color giallo di ocra della larghezza di tre millimetri, di figura irregolare, quasi triangolare, circondata da altra zona della larghezza pure di tre

([1]) *Dell' applicazione del galvanismo alla medicina — Memorie dei medici C. A. Mongiardini e V. Landò — Genova* 1803.

millimetri di colore rosso sporco, e questa circondata da una terza zona sottile, di colore giallo rosso, che colla sua curva assecondava l' irregolare contorno della zona gialla; sicchè la cute intorno al carbone trovavasi alterata nel raggio di sei ad otto millimetri, presentando l' aureola il diametro totale di diciotto a venti millimetri; essa offrivasi al tatto di consistenza coriacea. Verso la fine dell' esperimento, che durò quaranta minuti, intorno al carbone d' ambi i poli videsi escire una tenue schiuma bianca, sollevandosi nello stesso tempo, ma di poco, la cuticola dalla parte del polo negativo; l' aureola del polo positivo si fece depressa, l' altra si mantenne al livello della cute circostante. I due cilindri di carbone toccati ripetutamente durante l' esperimento non diedero segno sensibile di elevazione di temperatura. — Sezionate le escare si trovò che non oltrepassavano lo strato cutaneo; il tessuto adiposo sottoposto aveva acquistato maggiore consistenza, più sotto l' escara del polo positivo. Le escare presentarono i caratteri differenziali, coriacea l' una, molle l' altra. Questo esperimento merita di essere studiato dai chimici.

Le esperienze fatte sul cadavere mediante l' ago-puntura furono ripetute impiegando elettrodi piani, che venivano applicati alla cute previamente spogliata della cuticola per mezzo dell' applicazione d' un martello di ferro riscaldato coll' acqua bollente. I fenomeni osservati furono identici a quelli ottenuti coll' ago-puntura, cioè, escare coi differenti caratteri sopraenunciati ad ambi i poli adoperando bottoni o lamine metalliche d' oro o di platino, più o meno profonde secondo la durata dell' esperimento, senza oltrepassare lo spessore della cute; escare al solo polo negativo impiegando lamine di metallo ossidabile, ossidazione di queste al polo positivo, con formazione d' un sottile strato secco sulla superficie del derma, separazione della lamina metallica dalla cute, sicchè su di essa non esercitava più alcuna azione

la corrente neppure invertendola e facendo agire il polo negativo sulla lamina che già era stata assoggettata all' azione del positivo.

Queste esperienze parmi dimostrino in modo da non lasciare alcun dubbio, che le descritte alterazioni organiche prodotte dalla corrente elettrica, alla formazione delle quali vennero assolutamente escluse l' azione dinamico-vitale e la calorifica, non riconoscano altra causa efficente fuori della azione chimica della corrente stessa, allo sviluppo della quale concorsero le più favorevoli circostanze. Ne sono prova la diversa reazione ottenuta propria ai due poli, l' ossidazione dell' elettrodo positivo a risparmio dei tessuti organici, e la cauterizzazione di questi quando l' ago è formato da un metallo non ossidabile o dal carbone; la formazione costante dell' escara al polo negativo, qualunque sia il metallo di cui l' ago è composto e la lucentezza che esso acquista, in fine la differenza tra le due escare, le quali hanno molta analogia con quelle prodotte dai caustici potenziali, e che, secondo la classificazione di Mialhe, sarebbero prodotte dai caustici acidi o coagulanti, dalla parte del polo positivo, e dagli alcalini o fluidificanti, dalla parte del polo negativo.

I fenomeni osservati in queste esperienze sono in pieno accordo colle osservazioni di Becquerel le quali confermano che nelle decomposizioni elettro-chimiche se gli elettrodi sono ossidabili, al polo negativo non subiscono alcuna alterazione, ma al polo positivo essi sono attaccati dall' ossigene e dagli acidi. Questi nuovi prodotti restano sugli elettrodi o si disciolgono se solubili. I gas ed i principj decomposti dall' elettrico hanno una attività chimica allo stato nascente, più che quando sono preparati coi processi ordinarj; per cui hanno luogo nuovi prodotti secondarj a norma della loro affinità coi corpi cui vengono a contatto (1). — Le alterazioni

(1) *Becquerel — Op. cit. T. II.*

osservate sul cadavere sono più marcate di quelle che si osservano sul vivo e ciò forse in causa della più bassa temperatura, per la quale i tessuti organici perdono nella facoltà conduttrice rendendosi per ciò più attiva l' azione chimica su di essi. — Altro punto di analogia tra l' azione chimica dell' elettrico e quella dei caustici potenziali trovasi nel manifestare sì l' una che l' altra effetti pressochè identici sul vivo e sul cadavere, come venne provato riguardo ai caustici chimici da un bel corso di esperienze istituite da Philipeaux (1).

Appoggiato alle leggi chimiche ed al risultato delle esperienze sopra esposte mi diedi ad impiegare l' azione chimica della corrente elettrica come mezzo cauterizzante, mettendo in pratica quanto aveva già esposto trattando della elettro-puntura nella cura degli aneurismi, potersi, cioè l' azione chimica della corrente sostituire ai caustici potenziali ed anche alla galvano-caustica operata dal calore elettrico; e credo non inutile di qui riportare alcuna delle osservazioni cliniche da me raccolte.

Oss.e 1.a Z.... Costanza d' anni 25, portava al lato interno della gamba destra, appena al di sotto del condilo della tibia un tumoretto cutaneo, tondeggiante, del diametro di cinque millimetri, durissimo, causa di ricorrenti dolori nevralgici che si risvegliavano anche sotto la compressione. Rifuggendo l' ammalata dalla esportazione erasene procurata la distruzione per mezzo dell' acido nitrico; ma forse non intieramente distrutto si riprodusse, tornò al primitivo volume e sembrava in aumento quando io presi a trattarlo colla cauterizzazione elettrica il 29 marzo del 1858. L' apparato elettromotore fu lo stesso adoperato per le esperienze sul cadavere; un' ago di platino infisso nel tumore venne unito al reoforo positivo,

(1) *Philipeaux — Traité pratique de la cautérisation. Paris* 1856.

mentre il negativo terminava in una compressa imbevuta d' acqua salata posta a poca distanza sulla gamba. La corrente fu continuata dieci minuti con vivo dolore che andò scemando col progresso dell' operazione mentre formavasi un' escara secca di color giallo scuro, che raggiuse il diametro di sei millimetri; l' ago venne estratto con difficoltà. Il dolore cessò tosto sotto l' azione d' un fomento d' acqua fredda. L' escara separossi dopo otto giorni, lasciando una piaga profonda, imbutiforme, coll' apertura del diametro primitivo dell' escara. Dopo venti giorni erasi formata la cicatrice, senza traccia del tumore che non si riprodusse nè più ricomparvero i dolori nevralgici.

Oss.e 2.a B.... Eugenio, contadino d' anni 14 portava alla pinna sinistra del naso un tumore sanguigno venoso del volume di una nociuola, a base allargata. Il 4 marzo 1859 venne applicata la cauterizzazione elettrica nel seguente modo: il tumore venne attraversato da un ago di platino, e questo unito al polo positivo di una pila a colonna di trenta elementi quadrati aventi cinque centimetri di lato, cogli strati di panno inzuppati nell' aceto. Il polo negativo venne applicato alla guancia corrispondente per mezzo dell' eccitatore umido. La corrente fu continuata dieci minuti; produsse vivo dolore e due macchie nere a superficie secca e coriacea intorno ai punti d' ingresso e di uscita dell' ago, che si estesero a quasi tutta la superficie del tumore. L' ago abbracciato dall' escara offerse resistenza notevole all' estrazione, e questa fu seguita da copiosa emorragia, che cessò dopo poco da sè ed il tumore rimase più piccolo, avvizzito ed a superficie coriacea. Le due escare unitesi tra loro, mantenendosi sempre asciutte, caddero dopo tredici giorni lasciando ancora una metà del tumore che si coperse d' una tenue crosta. — Il 21 marzo praticai una seconda cauterizzazione impiegando la stessa pila coi reofori uniti a due aghi infissi verso la base del tumore, e paralleli

tra loro; uno di essi di platino unito al reoforo positivo l' altro d' acciajo unito al negativo. La corrente continuata per cinque minuti con vivo dolore produsse due escare una gialla umida, molle al polo negativo del diametro di quattro millimetri, l' altra nera, asciutta e di maggiore ampiezza intorno all' ago positivo che offerse resistenza all' estrazione, la quale fu pure seguita da emorragia. Le escare, che comprendevano tutta la base del tumore caddero ai primi di aprile e dopo pochi giorni la guarigione era compiuta.

Oss.e 3.a Trattàsi anche in questo caso di tumore sanguigno venoso, cresciuto da un neo materno al volume d' una grossa noce, occupante quasi tutta la superficie del naso in un bambino di otto mesi vispo e sano. La corrente impiegata fu quella del mio apparato elettromotore a forza costante (1) adoperando i cinquanta elementi di cui è composto, allestiti alla maniera di Wollaston. (Un numero assai minore di elementi allestiti alla maniera della pila di Volta sarebbe stato sufficiente allo scopo). I reofori dell' apparato furono uniti alla parte media di due corde metalliche assai pieghevoli, alle due estremità delle quali erano uniti due aghi, di platino dalla parte del polo positivo, d' acciajo dalla parte del negativo. I quattro aghi furono infissi nel tumore, trapassandolo da una parte all' altra in direzione trasversale e paralelli tra loro; i due d' acciajo (negativi) verso la parte superiore del tumore; i due di platino (positivi) nella metà inferiore. La corrente fu continuata dieci minuti, durante i quali si formarono le escare, prima le due mediane intorno ai due aghi d' acciajo e platino più vicini tra loro, indi intorno al superiore ed all' inferiore; quelle dei due aghi medj arrivarono a confondersi tra loro; gialle con schiuma quelle corrispondenti agli aghi negativi;

(1) *Vedi la descrizione nel Politecnico* — [illegible] 1862.

nere e più estese quelle dei positivi, presentando queste un tenue anello giallo intorno agli aghi. Sotto l' azione della corrente vedevasi scorrere un fluido aeriforme entro alcuni grossi vasi superficiali a pareti esilissime sulla parte superiore del tumore; altra prova dell' azione chimica decomponente dell' elettrico. Gli aghi d' acciajo furono estratti con facilità e si trovarono lucenti; quelli di platino, sebbene non alterati nella superficie, offersero notabile resistenza all' estrazione, prodotta dalle escare secche e coriacee dalle quali erano abbracciati. — Le escare negative divennero nere e secche nei giorni successivi rimanendo la parte quasi sempre scoperta. Si ebbe reazione locale accompagnata da febbre, il tumore attraverso alle sue esilissime pareti vedevasi tutto annerito anche internamente. Cessò la febbre e la tensione del tumore il sesto giorno dopo l' operazione, al comparire della suppurazione intorno alle escare, scaricandosi anche la marcia proveniente dalle parti profonde. Il distacco delle escare avvenne tra il nono ed il duodecimo giorno, rimanendo la parte più superficiale del tumore a guisa di ponte sopra un' ulcera irregolare fungosa occupante la sua base, nel mezzo di essa trovossi una comunicazione col cavo della narice sinistra, nella quale colava la marcia. Nello stesso tempo l' ammalato fu assalito da febbre con sintomi d' irritazione gastro-enterica e con risipola al dorso, che in breve si estese a quasi tutto il tronco. Se ne incolparono l' assorbimento della marcia, e la deglutizione di questa. Si procurò opporvisi coll' otturare profondamente la narice, col rendere piana la piaga mediante l' escisione della porzione superstite del tumore, colle cauterizzazioni col nitrato d' argento, colle frequenti lavature; ma la febbre non potè essere frenata ed il malato morì diecinove giorni dopo l' operazione. — L' autopsia mostrò l' endocardite più intensa nelle cavità destre che nelle sinistre, con infiammazione marcatissima delle vene giugulari e della cava discendente;

la base del tumore era costituita da un tessuto fungoso di consistenza carnea.

Pressochè allo stesso modo operarono sopra tumori sanguigni pulsanti Nelaton, Bourguet, Gerdy, Middeldorpff, infigendo due o più aghi, coll' avvertenza che non si toccassero, uniti ai reofori delle pile di Bunsen o di Wollaston composte di molti elementi, ed operando colla corrente continua. Nella osservazione riferita da Middeldorpff parlasi delle escare e della loro caduta colla guarigione del tumore, che occupava l' angolo sinistro della mascella inferiore; nelle altre non trovasi cenno di questo effetto della elettro-puntura che pare non debba essere mancato.

Oss.° 4.ª Seno fistoloso intramuscolare della lunghezza di dodici centimetri. con apertura inferiore, alla parte interna della coscia, risultante da flemmone, in donna robusta dell' età di 30 anni. La malattia ribelle alla compressione, alle injezioni colla tintura di jodio e colla soluzione di nitrato d' argento trovavasi in istato di cronicismo. Nel novembre 1856 tentai la cauterizzazione chimica colla corrente elettrica. Introdotta una sciringa d' argento nel seno fistoloso la unii al reoforo negativo di una pila di Bunsen di due elementi; il reoforo positivo venne applicato alla coscia mediante un piumaciuolo imbevuto d' acqua salata. La corrente fu continuata 15 minuti. Nessuna sensazione provata dall' ammalata, nessun sensibile effetto apparente; pure nei giorni successivi si trovò meglio elaborata la secrezione marciosa e qualche buon cambiamento all' ulcera fistolosa, per cui dopo quattro giorni venne ritentata la prova, impiegando la stessa pila a colonna che servì alle esperienze sul cadavere. Anche questa seduta fu senza dolore, solo una sensazione di calore fu provata dalla paziente lungo il seno fistoloso; da questo esciva una spuma bianchiccia e dopo l' operazione, che durò quindici minuti, l' apertura fistolosa rimase profondamente cauterizzata come se fosse toccata dalla potassa

caustica. Conseguenza ne furono la suppurazione di buona indole e l' accorciamento del seno fistoloso. Passati alcuni giorni e resosi ancora il male stazionario si ricorse ad una nuova applicazione colla stessa pila a colonna, impiegando un cilindro di carbone che si introdusse per cinque centimetri nel seno fistoloso, agendo su di esso sempre col polo negativo. Sensazione di calore più viva, la spuma esciva più abbondante dal seno fistoloso, nessun segno di cauterizzazione all' ulcera. Quattro giorni dopo questa seduta il seno fistoloso era perfettamente guarito, e l' ulcera superstite guarì in breve tempo.

Sebbene in questo caso si possa ammettere che molta parte abbia avuto l' azione dinamico-vitale dell' elettrico, pure non mancò la sua azione chimica cauterizzante. Nello stesso modo l' elettrico manifestò i suoi effetti chimici in altri simili casi che tralascio di riferire.

Applicata la corrente alle piaghe croniche per mezzo di pezzi di carbone messi in comunicazione coi reofori della stessa pila si ebbe sotto il polo negativo copiosa secrezione di umore spumoso senza traccia di cauterizzazione, quantunque attivissima fosse l' azione chimica, per la quale potei riconoscere elevarsi sensibilmente la temperatura del carbone a contatto della piaga; alla quale osservazione il carbone si presta, mancando in esso la facoltà conduttrice del calorico. Dipenderà forse la mancanza dell' escara dallo sciogliersi essa all' atto stesso che si forma nell' abbondante umore che si secerne dalla piaga sotto l' azione della corrente? Questo umore manifesta verso il polo negativo qualità alcaline e sappiamo che le escare formate dagli alcali si disciolgono in una soluzione degli alcali stessi in eccesso. Dalla parte del polo positivo le piaghe messe a contatto del carbone rimasero cauterizzate. Anche sul vivo gli effetti della corrente adoperando per elettrodi il carbone meritano di essere studiati.

Oss.e 5. Tumor bianco cronico al ginocchio in una giovane scrofolosa d' anni 22. Usando della solita pila a colonna, i reofori furono uniti a due bottoni di rame inargentato collocati ai lati della rotella, essendosi previamente ammollita la cute con fomento d' acqua continuato molte ore. Chiuso il circolo si manifestò tosto bruciore al polo negativo, e dopo cinque minuti al positivo, che divenne intenso da ambi i lati. La corrente fu prolungata a venticinque minuti. Il bottone negativo abbandonato al proprio peso cadde, e mostrossi inalterato, lasciando sulla cute sottoposta un' escara molle, di color giallo scuro, con arrossamento della cute all' intorno. Il bottone positivo era aderente ed offerse notevole resistenza al distacco, la sua superficie era divenuta scabra e di colore grigio scuro; la cute corrispondente presentò una macchia rossa, secca, disseminata di macchiette nerastre, che si esfogliò senza ulcerazione nel corso di otto giorni. L' escara del polo negativo ebbe l' andamento di quelle prodotte dalla potassa caustica, presentando il carattere differenziale della figura di cono tronco, cosicchè la piaga risultante dal suo distacco aveva la forma di tazza assai allargata.

Una differenza tra le piaghe risultanti dall' applicazione della potassa caustica e quelle della elettricità sta in ciò che le prime si allargano ed acquistano estensione assai maggiore delle escare, mentre le seconde rimangono pressochè dell' estensione di queste.

Altre cauterizzazioni furono praticate colla corrente elettrica allo scopo di aprire fonticoli per malattie croniche, ma la corrente difficilmente agiva sopra la cute sana, cui venivano applicati gli elettrodi. L' effetto per altro non mancava quando l' applicazione cadeva sopra un tratto di cute sul quale esisteva qualche recente cicatrice, come quelle prodotte dalle sanguisughe. In simili casi le escare presentarono costantemente i caratteri distintivi dell' azione chimica delle due elettricità. Uno di questi casi merita pure di essere riferito.

Oss.e 6.a F.... Maddalena, d' anni 44, di buona costituzione, presentossi nel marzo 1858 con semianchilosi al ginocchio sinistro, conseguenza di infiammazione trascurata. In luogo della moxa, che avrei giudicata opportuna, volli aprire due fonticoli fatti dall' azione chimica della corrente elettrica. Si fece uso della solita pila adoperando l' acqua acidulata con un ottavo di acido solforico come liquido eccitatore. I reofori messi tra loro a contatto non davano segno di elevazione di temperatura. Questi furono uniti mediante saldatura a due piastre quadrate di platino le quali furono applicate ai lati del ginocchio, a nudo sulla cute che in questo soggetto presentavasi morbida e molle. La corrente fu continuata dieci minuti, produsse scosse a principio e dolori vivissimi durante tutta la sua azione; il ginocchio divenne tutto arrossato. Le due piastre vennero staccate con facilità; dal lato del polo negativo si presentarono quattro escare corrispondenti ai quattro angoli della piastra, di color giallo oscuro, molli, con distacco della cuticola, aventi il diametro di circa otto millimetri, circondate dalla cute arrossata e gonfia in forma di anello. Sotto la piastra comunicante col polo positivo l' alterazione della cute si presentò sotto la forma di tanti dischi, quali più quali meno grandi, infossati, di color grigio giallognolo, secchi, coriacei, coperti di furfura formata dalla cuticola sollevata; la cute nei piccoli tratti compresi fra i dischi sembrava inalterata, come quella circostante al tratto che fu coperto dalla piastra, la quale non presentavasi nè infiammata, nè gonfia. La piastra che servì al polo negativo fu trovata tersa ed assai lucente; l' altra invece trovossi disseminata di macchie cenerognole sotto forma di anelli di varia ampiezza, che divenivano lucenti sotto lo sfregamento senza cancellarsi, e scomparvero solo toccandole coll' acido nitrico e col solforico, per cui credo fossero formate da materia organica aderente. — Nei primi cinque giorni dopo l' operazione

si ebbe viva reazione intorno alle escare negative, che si fecero sempre più molli; nessuna infiammazione nè cambiamento nell' escara del polo positivo, sebbene coperta coll' unguento digestivo che adoperavasi a medicare le escare dell' altro polo; intorno a quest' escara del polo positivo cominciò dopo il quinto giorno a secernersi poca marcia; l' escara, che comprendeva tutto il tratto coperto dalla piastra, divenne di color rosso vermiglio e si spogliò della cuticola, mantenendosi secca; indi divenne di color rosso oscuro; il suo distacco incominciato in 15.ª giornata compivasi la 16.ª; essa interessava tutto lo spessore della cute; la piaga tramandava un' umore rossiccio e conservava pressochè l' ampiezza della piastra di platino; in breve essa si coperse di una crosta nera, al distacco della quale, in 24.ª giornata, rimase una cicatrice di color rosso scuro che poi divenne nerastra. Le escare del polo negativo verso l' undecimo giorno divennero secche e di color nero, si fece moderata l' infiammazione periferica con scarsa suppurazione. Il distacco di queste escare avveniva dal 16.° al 18.° giorno dopo l' operazione, esse interessavano tutto lo spessore della cute; le piaghe risultanti erano esse pure dell' ampiezza delle escare primitive. La cicatrizzazione delle quattro piaghe compivasi tra il 21.° ed il 31.° giorno, e le cicatrici si copersero di una crosta grossa, dura, aderentissima. In questo stato la donna assai migliorata abbandonò l' Ospitale.

Questa osservazione volli riportare con maggiori dettagli come quella che mi offerse riuniti nello stesso individuo, e ben distinti i caratteri differenziali dei due modi di cauterizzazione operata dall' azione chimica della corrente elettrica. Lo stesso ebbi ad osservare dietro l' applicazione della catena galvanica di Pulvermacher composta di 72 elementi, che feci agire a corrente continuata più ore, in tre giorni consecutivi, sopra due tratti di cute spogliata della cuticola per mezzo del vescicante ammoniacale. Così praticavasi per

curare una ostinata ischialgia. Il polo positivo, che in questa pila corrisponde al rame, per mezzo d' una lamina di rame dorato era applicato dietro il trocantere, il negativo dietro il maleolo esterno. Si formarono le due escare coi caratteri sopra descritti, ma meno pronunciati in quella dietro il trocantere, perchè la doratura non aveva del tutto preservato dall' ossidazione la lamina di rame che comunicava col polo positivo.

Le osservazioni riferite dimostrano che la corrente elettrica applicata metodicamente produce cauterizzazioni analoghe a quelle degli acidi e degli alcali chimici, secondo che l' una o l' altra di queste venga preferita dall' operatore, cui è dato pure di determinarne la profondità e l' estensione; cauterizzazioni che essenzialmente differiscono da quelle prodotte dal calore elettrico tanto per la loro forma, quanto per le circostanze sotto le quali si effettuano.

Onde dimostrare sotto ogni rapporto essere, nel vivo come nel cadavere, gli acidi e gli alcali organici resi liberi dalla corrente gli agenti degli effetti caustici ottenuti, manca nelle osservazioni ora riferite la prova chimica colla carta esploratoria; ma di questa venni accertato dalle esperienze sugli animali viventi, nelle quali ottenni la reazione acida al polo positivo, quando adoperava elettrodi non ossidabili, ed alcalina al negativo.

CAPO III.

Alterazioni dei tessuti organici prodotte dall' applicazione di due sole lamine di differente metallo.

Evvi un modo di applicazione della corrente elettrica nel quale si manifestano simultaneamente i fenomeni proprj degli effetti chimici ed altri che si riferiscono agli effetti dinamico-vitali, per cui si può essere incerti nel determinare se le alterazioni che ne risultano siano causate dall' azione chimica della corrente o se siano una conseguenza dell' esaltamento vitale prodotto dalla corrente stessa. Questo modo di applicazione consiste nell' adoperare due sole lamine elettromotrici. È noto come toccando coll' apice della lingua una lamina di zinco, il cui margine superiore sia a contatto d' una lamina di rame, la quale appoggi sul dorso della lingua, sentesi un sapore astringente, acido; quando invece si rovescia la coppia e l' apice della lingua tocca il rame sentesi un sapore alcalino. È questo un fenomeno già conosciuto da Sulzer ([1]), che Volta considerò come un effetto dinamico dell' elettrico, il quale produce le due differenti sensazioni secondo che entra od esce dall' apice della lingua,

([1]) *Théorie des sensations agréables.* — 1767.

Brugnatelli, non pago della spiegazione data da Volta, vide pel primo nella diversa sensazione un effetto chimico dell' elettrico (1). Applicate le lamine nel modo descritto la lingua fa le funzioni dello strato umido e costituisce con esse una coppia elettromotrice; avviene quindi in essa lo stesso che nelle coppie della pila; gli acidi si portano verso lo zinco, gli alcali verso il rame. Ciò dipende secondo le osservazioni di Berzelius dalla decomposizione della saliva; quando la lingua è asciuta manca il fenomeno (2). — Humbold avendo coperto la piaga d' un vescicante con una lamina d' argento, cui sovrappose un' altra di zinco, vide la sierosità che ne derivava farsi rossastra e corrosiva con vivo senso di calore e dolore acuto; i quali fenomeni osservò essere meno marcati, quando la piaga era coperta con lamina di zinco e toccata con altra d' argento (3). La disposizione è la stessa come nel primo esperimento, il corpo che vi è assoggettato entra come conduttore umido nella coppia elettro-motrice.

Allo scopo di ottenere una energica controirritazione, ed anche una azione escarotica vennero più volte applicate due sole lamine metalliche dell' ampiezza di pochi centimetri nel seguente modo: per mezzo della pasta vescicatoria o dell' ammoniaca si solleva la cuticola in due piccoli tratti, distanti tra loro, e si mette a nudo il derma; uno di essi viene coperto da una lamina di rame o d' argento, l' altro da una di zinco; le due lamine unite per mezzo d' un filo di rame. Tosto sviluppasi vivo bruciore da ambe le parti, ma più di frequente solo dalla parte dello zinco; succede da questo lato abbondante secrezione di umore bianchiccio, e dopo 24, 30, 36 ore trovasi formata una grossa

(1) *Annali di chimica e storia naturale T. XVIII. — Pavia 1800.*
(2) *A. Becquerel — Traite des applications de l' électricité a la thérapeutique.*
(3) *Becquerel — Traite de l' électricité et du magnetisme — T. IV.*

escara, bianca, coriacea; la lamina zinco trovasi coperta di una sostanza bianca della consistenza dell' unguento, tolta la quale presentasi annerita. Dalla parte del rame il dolore manca od è di più breve durata, e talvolta si risveglia dopo molte ore; separasi un umore gialliccio che si rappiglia a guisa di colla; la cute trovasi arrossata; l' escara per lo più manca; quando esiste è molle di color giallo scuro ed alquanto più sottile dell' altra; la lamina rame presentasi tutta lucente, o solo annerita in alcuni punti. La cute all' intorno trovasi arrossata, gonfia con esaltata sensibilità tanto da un lato quanto dall' altro. L' escara dello zinco staccasi dopo sei ad otto giorni e la piaga impiega almeno altrettanto tempo a guarire; talvolta si mantiene per lunga pezza infiammata e sensibilissima, con scarsa suppurazione, formandosi poscia una cicatrice livida; quella del rame si stacca il secondo o terzo giorno e la piaga cicatrizza ben presto. — Applicate le due lamine elettromotrici sopra delle piaghe croniche si hanno gli stessi effetti, cioè l' escara dalla parte dello zinco, mentre sotto l' altra lamina la piaga viene modificata in modo che prontamente va a cicatrice. — Questo modo di applicazione della corrente elettrica, da me praticato più volte, venne prima usato da Carnevale Arella, Rignon, Cogevina, Crescimbeni, Comelli, i quali osservarono pressochè identici fenomeni, cioè una forte azione irritante, escarotica dalla parte dello zinco, un' azione più mite e favorevole alla cicatrizzazione dalla parte del rame o dell' argento.

Carnevale Arella usò questo modo di applicazione con felice risultato nell' ottalmia cronica e nell' artritide inveterata; e Rignon lo adoperò nella cura d' una neurosi singultosa. Sì l' uno che l' altro osservarono nello spazio di 36 a 40 ore cauterizzazioni ben pronunciate sotto la lamina zinco (1).

(1) *Gazzetta Medica di Milano* — 1844. *pag.* 286.

Riferiva il professore Orioli alla riunione degli scienziati in Genova intorno alle applicazioni fatte nello stesso modo da Cogevina, il quale ebbe pure a notare una azione energica irritante escarotica sotto la lamina zinco, mentre dalla parte della lamina d' argento, da esso adoperata, osservò favorirsi la cicatrizzazione delle piaghe e dei seni fistolosi (1). Crescimbeni avendo applicato due piastre dell' ampiezza d' uno scudo sopra due piaghe decuticolate più piccole dei dischi, comunicanti per mezzo d' un filo di rame, osservò che dopo dodici ore la piaga coperta dallo zinco era velata da falsa membrana biancastra, affatto somigliante alla cotenna del sangue, mentre l' altra piaga era di un bel rosso incarnato ed aspersa da linfa scorrevole e tenuissima. Onde mettere in chiaro se il fenomeno dipenda dall' azione dell' elettrico si collocò l' argento dove prima era lo zinco e viceversa. Dopo altre dodici ore anche la piaghetta coperta dallo zinco trovossi coperta dalla suddetta pseudomembrana. Lasciato poscia che le piaghe si detergessero sotto la medicatura d' un semplice unguento si replicò tre volte l' esperimento e sempre collo stesso risultato. — Collo stesso processo operò il professore Comelli nell' Ospitale di Bologna sopra due infermi e venne fatta la stessa osservazione; di più in una donna affetta da singulto essendosi prolungata l' applicazione a nudo della piastra zinco sulla pelle decuticolata, questa vestì caratteri gangrenosi. Il Crescimbeni spiega l' alterazione che avviene sotto lo zinco, per l' infiammazione della cute, venendo sotto di esso elettrizzate negativamente le estremità arteriose, quali si rinvengono nell' infiammazione e quando sono prese da eccesso di stimolo (2).

(1) *Atti dell' ottava riunione degli Scienziati Italiani. — Genova* 1847. *pag.* 937.

(2) *Tommasini — Dell' infiammazione e della febbre continua. Vol. X. Bologna* 1837. *Nota del Crescimbeni N.* 44.

Gli effetti che si ottengono applicando la corrente elettrica in questo modo offrono tali differenze in confronto di quelli che si osservano sotto l' azione di una pila composta di molti elementi che facilmente potrebbesi essere indotti a giudicarli dipendenti da una causa diversa. Infatti si osserva che l' alterazione organica, usando la pila con elettrodi ossidabili, si fa maggiore al polo negativo che al positivo, mentre il contrario avviene usando una sola coppia; il dolore, l' irritazione, il tempo che richiedesi alla formazione delle escare, al loro distacco ed alla guarigione delle piaghe, è pure in senso inverso nei due diversi modi di applicazione della corrente. Quando però si consideri che usando una pila a molti elementi il tessuto organico interposto agli elettrodi non fa che servire di conduttore ad una corrente elettrica, la quale esercita la sua azione chimica decomponente, in ragione della sua tensione, sui punti di contatto degli elettrodi col tessuto organico, mentre nell' altro modo di applicazione questo tessuto forma parte integrante della coppia elettromotrice, si comprenderà come applicando due sole lamine nel modo descritto, tanto nei metalli adoperati quanto nel tessuto organico, debbano avvenire gli stessi cambiamenti che avvengono nelle coppie di una pila. Ciò che avviene in esse è un' azione chimica, più attiva verso l' elemento zinco; quasi nulla dalla parte del rame. Se in una pila a colonna si usi un' acido debole, come l' aceto, per liquido eccitatore, la lamina zinco copresi di ossido bianco, mentre il rame rimane lucente o di poco annerito. Lo stesso avviene applicando due lamine di diverso metallo in due punti distinti della cute spoglia della cuticola, unite tra loro per mezzo di un arco conduttore; tosto si determina un' azione chimica la cui maggiore attività è dalla parte dello zinco; gli acidi organici allo stato nascente reagiscono sopra la lamina metallica e sopra i tessuti organici decomponendoli e riducendoli in escara, che offre i caratteri di quelle prodotte dai caustici

acidi o coagulanti. Dalla parte del rame ha luogo una azione differente, più mite, ma pure un lavoro chimico, come lo prova l' escara che talvolta si forma offrente i caratteri di quelle formate dai caustici alcalini.

Il vivo e prolungato dolore che accompagna questa azione dell' elettrico, l' aumentata secrezione per parte delle superficie organiche sottoposte alle lamine metalliche, i segni di esaltata vitalità nei tessuti che le circondano fecero giudicare che le alterazioni organiche che ne risultano fossero il prodotto dell' infiammazione provocata dalla corrente elettrica. Infatti non si possono disconoscere, sotto l' azione dell' elettrico applicato in questo modo, i fenomeni che caratterizzano un vivo esaltamento vitale; ma sarà d' esso causa dell' alterazione dei tessuti o sarà effetto della medesima causa per la quale i tessuti vengono alterati? I sostenitori della prima di queste opinioni ammettendo che è l' elettrico quello che produce i fenomeni di esaltamento vitale, devono pure ammettere che, onde abbia luogo la corrente è duopo che un' azione chimica succeda appena le lamine metalliche vengano applicate al tessuto organico; senza questa azione, secondo la teoria chimica della pila, non avrebbe luogo sviluppo di elettricità. Ora gli acidi e gli alcali che istantaneamente si portano verso la superficie di contatto delle lamine metalliche coi tessuti organici, non possono mancare di produrre tanto l' irritazione di questi quanto la loro disorganizzazione; questi due effetti dipendono da una stessa causa, cioè dai prodotti dell' azione chimica, i quali reagiscono sopra i tessuti organici irritandoli e decomponendoli. I fenomeni di esaltata vitalità non possono essere attribuiti all' azione fisiologica dell' elettrico, mentre il semplice apparato che si adopera non manifesta quest' azione in modo sensibile nell' uomo, ed è appena sufficiente a scuotere i muscoli d' una rana. Gli elementi acidi ed alcalini agiscono nel modo di applicazione di cui trattasi, alla maniera dei

caustici più deboli i quali coll' operare lentamente producono più viva reazione vitale che non i caustici più potenti che tosto riducono ad escara i tessuti sottoposti alla loro azione.

Per escludere anche in questo modo di applicazione la parte che può avere l' esaltata azione vitale nella disorganizzazione dei tessuti organici ho istituito alcune esperienze sul cadavere che ora vado brevemente a riassumere.

Due lamine di rame e zinco quadrate aventi cinque centimetri di lato, ben terse, unite tra loro per mezzo di una listerella di rame saldata ad esse, venivano applicate ed assicurate mediante fasciatura alla cute, cui, in due spazj circolari del diametro di circa due centimetri era stata levata la cuticola per mezzo del martello riscaldato coll' acqua bollente, distanti l' uno dall' altro alcuni centimetri. Le applicazioni duravano dalle venti ore alle quarantotto, dopo le quali osservavasi: la lamina zinco aderente alla cute, non aderente l' altra lamina; i due spazj di cute sottoposti all' esperimento convertiti in escare, nei tratti denudati dalla cuticola, interessanti tutto lo spessore della cute nelle applicazioni più prolungate, e quando le condizioni del cadavere erano le più favorevoli; coriacea presentavasi sempre, e secca l' escara corrispondente allo zinco; molle, giallastra, o di colore violaceo quella del rame; talvolta l' azione chimica da questo lato estendevasi a tutta la cute coperta dalla lamina, producendovi distacco della cuticola, con tinta di color ceruleo, violaceo, o verdastro. La lamina zinco coperta di ossido bianco nel tratto corrispondente all' escara; lucente la lamina di rame. In alcuni esperimenti ottenni per mezzo della carta esploratoria la reazione propria alle due elettricità. Il diverso grado di conducibilità della cute fa variare gli effetti dell' elettrico. Quando la cute è secca, povera di tessuto cellulare, i fenomeni di disorganizzazione sono meno manifesti; talvolta si limitano ad un semplice scoloramento della cute, ma non manca mai la secchezza dalla parte dello zinco

coll' appanamento di questo, come l' umidità e la mollezza dalla parte del rame, e la sua lucentezza. Pressochè lo stesso avviene quando si applicano le lamine sulla cute molle, sebbene non edematosa, ancora coperta della cuticola; questa trovasi sollevata sotto forma di furfura sopra la cute resa secca, e scolorata dalla parte dello zinco; mentre il tratto di cute che era coperto dal rame presentasi ingiallito, molle, talvolta con umore che solleva la cuticola; la lamina rame sempre lucente. Parimenti poco marcate risultano le alterazioni di cui trattasi sopra la cute edematosa, forse in causa degli umori che trapelando diluiscono i prodotti della decomposizione operata dall' elettrico, e rendono meno forte la loro reazione sopra i tessuti. Però non mancarono i caratteri distintivi delle due azioni chimiche tanto sopra la cute quanto sopra le lamine metalliche.

Il risultato di queste esperienze parmi non lascino alcun dubbio essere l' azione chimica dell' elettrico l' agente delle alterazioni organiche operate da una sola coppia elettromotrice, nella quale il tessuto organico entra come conduttore umido. Gli effetti ottenuti sopra il cadavere offrono notabili differenze confrontati con quelli ottenuti sul vivo, le quali possono dipendere dalla esaltata vitalità della parte, e dalla abbondante secrezione di umori che da questa deriva, per cui nel vivo viene scemato l' effetto chimico, come si è veduto avvenire anche nel cadavere quando tramandava dalla cute molto umore sieroso.

CAPO IV.

Fatti relativi all' azione chimica dell' elettrico sopra gli umori ed i tessuti organici oltre quelli già accennati.

Scorrendo i trattati di fisica, le opere e le memorie risguardanti l' uso medico della elettricità dinamica rilevasi, che dall' epoca in cui venne scoperta la pila sino ai nostri giorni molte volte venne tratta in uso l' azione chimica della corrente elettrica come mezzo rivulsivo, modificatore ed escarotico, e che quest' ultimo effetto venne pure osservato quando l' applicazione della corrente era diretta a tutt' altro scopo e quando sarebbe stato duopo evitarlo perchè assolutamente nocivo. A prova di ciò valgano i pochi casi che credo opportuno di qui ricordare oltre quelli già sopra riferiti.

Becquerel e Brechet proposero di cambiare per mezzo dell' elettrico l' indole delle piaghe rese croniche per prevalente qualità acida od alcalina degli umori da esse secreti, facendo agire su di esse il polo negativo della pila nel primo caso ed il positivo nel secondo; metodo che venne messo in pratica da Mansford (1).

(1) *Dictionaire abrégé des sciences médicales T. VI.* = *Becquerel — Traité de l' éléctricité et du magnetisme. T. IV.*

Usiglio, Turck, Philipeaux curarono le nebulosità della cornea agendo su di esse col polo negativo di un apparato composto di pochi elementi di rame e zinco ([1]) e nei cavalli furono curate opacità più intense, le albugini, scorrendo col reoforo negativo sopra l' opacamento della cornea mentre il positivo era messo in comunicazione colla bocca, ed adoperando un apparato elettromotore capace di decomporre l' acqua ([2]). Gli effetti ottenuti ci porgono un fatto comprovante l' azione chimica dell' elettrico, e l' effetto risolvente proprio degli elementi organici alcalini attratti dal polo negativo.

In una cateratta capsulo-lenticolare, di cui era affetto un uomo di quarant' anni, già stata inutilmente operata colla depressione e collo sminuzzamento, venne infisso un' ago che si fece comunicare col polo negativo, mentre il positivo toccava la lingua. Era trascorso appena un minuto, quando con somma sorpresa degli astanti la cateratta cominciò a gonfiarsi enormemente, e si spezzò in tre parti, delle quali una cadde nella camera anteriore. Si formò uno spazio triangolare nella pupilla perfettamente nero, attraverso il quale l' operato potè discernere alcuni oggetti. L'operazione non recò molestia alcuna, nè venne susseguita da infiammatoria reazione. Quest' ultima conseguenza dell' operazione ebbe luogo in altro soggetto nel quale l' operazione fu protratta a due minuti. Questo metodo operativo inventato da Crussel venne sperimentato da Lerche anche in altri individui ([3]). Zantedeschi ne raccomanda l' applicazione nella cura della cateratta, per la quale si dovranno adoperare apparati di pochi elementi a

([1]) *Gazzetta Medica delle provincie venete.* 1862. *N.* 4.
([2]) *Namias — Sui principii elettro-fisiologici che devono indirizzare gli usi medici della elettricità. Atti dell' Istituto Lombardo di di scienze, lettere ed arti. Vol. II. parte III.* 1859. *p.* 233.
([3]) *Zantedeschi — Del magnetismo e dell' elettricità. Milano* 1846. *T. II.*

debole tensione. L' effetto ottenuto all' atto dell' applicazione devesi all' azione chimica dell' elettrico, sotto la quale ebbe luogo lo sviluppo di gas, che suole essere abbondante al polo negativo, il quale raccogliendosi nella lente la fece scoppiare. Questo effetto secondario all' azione chimica dell' elettrico è affatto particolare a questa applicazione ed è difficile sia limitato al benefico risultato ottenuto in qualche caso.

Grapengiesser osservò che l' azione prolungata d' un apparato voltiano sul derma denudato vi attiva la secrezione della sierosità; se la cute è solamente umettata vi forma prontamente un' escara ([1]).

Fu osservato che se i reofori di una pila sono introdotti in un' ulcera od in una ferita, mantenendoli fra loro a breve distanza, si ottiene un effetto simile a quello che risulta dal contatto col nitrato d' argento, e se l' apparato è molto forte si forma un' escara. Fu quindi riconosciuto potersi adoperare l' elettrico come escarotico, e come tale venne usato da Pravaz nelle morsicature degli animali rabbiosi. ([2]) Allo stesso scopo adoperò la corrente Fabré-Palaprat onde avere un' effetto analogo a quello della moxa. L' effetto escarotico ottenuto in queste applicazioni venne tutto attribuito all' azione calorifica dell' elettrico.

Il setone elettrico ci offre un' altro esempio di cauterizzazione per azione chimica della corrente. Esso venne applicato da Boulu nell' adenite cervicale introducendo nel tumore due fili di platino paralleli, od anche uno solo ma interrotto nella parte di mezzo da una catenella o da un pezzo d' avorio e facendo comunicare le estremità del setone coi poli della mistura galvanica di Breton. Becquerel introdusse

([1]) *Becquerel -- Op. cit. T. IV.*
([2]) *Levi -- Dizionario delle scienze mediche. Artic. Galvanismo.*

invece nei tumori due aghi di platino da ago-puntura e si servì d' una pila a truogoli di venti elementi, facendo agire la corrente per più giorni di seguito. Essa provoca dolore, la cute si riscalda e si arrossa; a questa sopraeccitazione si attribuiscono gli effetti ottenuti, pei quali i tumori diminuirono o scomparvero (1). Ma facendo agire in questo modo la corrente elettrica non possono mancare le cauterizzazioni che sono proprie della sua azione chimica, e queste pure, oltre l' eccitata azione vitale, devono contribuire non poco alla risoluzione delle ghiandole indurate; tale è pure l' opinione espressa da Namias (2).

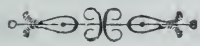
Infatti Schuster aveva usato questo modo di applicazione dell' elettrico per formare piccole escare, e per stabilire delle aperture fistolose attraverso ai tumori acquosi, per le quali il liquido in essi contenuto potesse scolare, mentre determinavasi nelle loro pareti un grado di flogosi sufficiente alla formazione di solide aderenze (3).

Molteplici sono gli esempj di cauterizzazioni accidentali per azione chimica dell' elettrico sopra i tessuti organici, avvenute quando l' applicazione della corrente era diretta ad altro scopo, e particolarmente questo accidente fermò l' attenzione dei pratici quando l' elettro-puntura venne adoperata alla cura degli aneurismi. Adoperandosi aghi d' acciajo furono osservate in corrispondenza del polo negativo vere escare, che formarono sempre una seria complicazione, dando luogo a gravi accidenti ed anche alla morte. E furono anche osservate in corrispondenza d' ambi i poli quando si impiegarono aghi d' oro o di platino. Furono pure osservate le escare da Schuster (4) e da Rodolfi applicando la corrente

(1) *Becquerel -- Traité des applications de l'éléctricité à la thérapeutique.*
(2) *Namias — Opera citata.*
(3) *Emploi médical de l' éléctro-puncture — Révue méd. Janvier* 1843.
(4) *Opera citata.*

elettrica alla cura dell' idrocele, e quest' ultimo anche alla cura dell' ascite ([1]), per mezzo di aghi infissi nelle parti affette.

Finalmente le cauterizzazioni accidentali per azione chimica dell' elettrico furono osservate da tutti quelli che applicarono la corrente continua per la cura di svariate forme morbose, o per esperienze sugli animali usando apparati capaci di sviluppare gli effetti chimici, quando gli elettrodi agivano direttamente sopra i tessuti organici. Furono osservate in corrispondenza d' ambi i poli, ma piú marcate e profonde dalla parte del polo negativo e spesso limitate a questo solo polo, del che trovasi spiegazione nella qualità del metallo di cui gli elettrodi stessi erano formati; ma, per quanto io sappia, non furono notate le caratteristiche differenze fra le due escare. Fu in causa delle cauterizzazioni che la galvano-puntura non venne generalizzata, sebbene Labaume, Fabré-Palaprat, Sarlandier, Magendie, Cloquet e Schuster la impiegassero con felice successo nelle nevrosi.



([1]) *Gazzetta Medica Italiana — Lombardia*, 1857. 1858.

CAPO V.

Come debba essere distinta la galvano-caustica.

Ad onta delle conosciute azioni chimiche che l' elettrico esercita sopra ogni sorta di corpi composti; ad onta dei fatti che comprovano non essere esclusi da questa azione dell' elettrico i corpi organizzati viventi, e delle molteplici osservazioni cliniche che lo confermano; ad onta dei corolarj stabiliti da sommi scrittori; se si esaminano le opere che trattano della elettricità dinamica applicata alla terapeutica, comprese quelle di A. Becquerel e di Duchenne che sono le più complete su questo argomento, ed anche il trattato della cauterizzazione di Philipeaux, trovasi che l' elettrico come mezzo cauterizzante non fu considerato che nella sua azione calorifica, per la quale venne costituita la galvano-caustica introdotta da Middeldorpff nella pratica chirurgica; e parlandosi dell' azione chimica della corrente questa non venne risguardata che come mezzo coagulante del sangue e di altri umori animali.

In mezzo al conflitto delle diverse opinioni colle quali venivano spiegate le cauterizzazioni che si osservavano molte volte intorno all' ago negativo nella elettro-puntura per la

cura delle varici e degli aneurismi, io mi attenni a quella che risguardava quell' accidente come effetto dell' azione chimica dell' elettrico, considerando le circostanze sotto le quali avveniva e sembrandomi che le leggi chimiche dassero spiegazione dei fenomeni che lo accompagnavano; per cui non dubitai di dargli il nome di *cauterizzazione per azione chimica dell' elettrico* e di accennare all' utilità che da questo modo di cauterizzazione potrebbe derivare alla pratica chirurgica [1].

Allora aveva avuto occasione di osservare soltanto le cauterizzazioni prodotte dal polo negativo, nè sapeva rendermi adequata ragione di quelle che si annunciavano avvenute intorno all' ago comunicante col polo positivo. La considerazione delle leggi chimiche dell' elettricità mi condusse a giudicare che le mancate cauterizzazioni al polo positivo dipendessero dalla qualità del metallo di cui l' ago era composto sul quale gli acidi organici esercitassero tutta la loro azione a risparmio dei tessuti attraversati dall' ago; e che le cauterizzazioni intorno all' ago positivo non potessero avvenire se non nell' opposta condizione, cioè quando l' ago fosse composto di tale metallo che resistesse all' azione degli acidi organici, per cui questi intaccassero i tessuti intorno ad esso. Così cercava di spiegare l' osservazione di Hamilton dalla quale risultava che avendo impiegato aghi d' oro nella cura d' un' aneurisma, l' escara erasi manifestata intorno all' ago positivo.

Le esperienze con elettrodi non ossidabili d' oro, di platino, di carbone fatte sul cadavere e le applicazioni chirurgiche sopra riportate mi dimostrarono potersi ottenere canterizzazioni anche dalla parte del polo positivo; e queste analoghe a quelle prodotte dai caustici potenziali acidi. Si

[1] *Vedi i miei studii sulla elettro-puntura.*

è per ciò che, come si distinguono gli effetti calorifici della corrente dagli effetti chimici, giudicai doversi allo stesso modo distinguere la galvano-caustica in *termica* e *chimica*, e quest' ultima in *acida* ed *alcalina* secondo che prodotta dal polo positivo o dal negativo. Questa distinzione della galvano-caustica e l' utile che può arrecare alla pratica chirurgica la cognizione dell' azione chimica dell' elettrico sopra i tessuti organici formarono il soggetto d' una comunicazione alla Società di Chirurgia di Parigi (1). Colla galvano-caustica chimica mettesi metodicamente in atto quanto venne fin qui eseguito nella pratica senza guida precisa, e vengono ridotti ad atto pratico i seguenti principj già proclamati da Andrieux » che allo stesso modo del calorico l' elettricità può » limitarsi a stimolare le parti, oppure agire su di esse » chimicamente e disorganizzarle. Così si può per mezzo » dell' elettrico produrre una eccitazione alla cute, la rube- » fazione, la vescicazione ed anche la mortificazione più o » meno estesa (2).

(1) *Bulletin de la Société de Chirurgie de Paris pendant l' année* 1860. — *T. I., 2. série. Paris* 1861. — *Gaz. des hôp.* 1860. *N.* 109.

(2) *A. Becquerel — Traité des applications de l' électricité à la thérapeutique.*

CAPO VI.

Delle circostanze che devono concorrere onde si compia la galvano-caustica chimica e di quelle che la fanno evitare.

La galvano-caustica chimica come può essere usufruttata dalla chirurgia, così costituisce talvolta un grave accidente nelle applicazioni della corrente elettrica dirette ad altro scopo; importa perciò di conoscere tanto le circostanze favorevoli ad ottenerla, quanto quelle che la fanno evitare. Esse risultano dalle cose premesse e risguardano la qualità dell' apparato elettro-motore, il modo di far agire la corrente, la sua durata, la qualità degli elettrodi, il loro numero, il modo di comunicazione di essi colle parti che si vogliono cauterizzare, la condizione di queste parti.

Molti apparati elettromotori manifestano una prevalente azione fisiologica o calorifica, sebbene non destituiti di azione chimica; essi sono i meno idonei alla galvano-caustica chimica. Cogli apparati d' induzione, nei quali è prevalente l' azione fisiologica, con debolissima azione chimica, date tutte le altre circostanze più favorevoli alla cauterizzazione, questa non succede o risulta appena riconoscibile. Lo stesso avviene cogli apparati nei quali prevale l' intensità alla tensione; per esempio con un' elemento delle pile di Grove,

di Bunsen o di Wollaston a grande dimensione, il quale è pure capace di arroventare un filo di platino. Se molti elementi di queste pile vengono accoppiati, onde avere maggior tensione e quindi una sufficiente azione chimica, questa si manifesta coi più vivi dolori e rapidissima, e può avvenire che sotto quella forte reazione chimica siavi tale sviluppo di calorico da far mutare gli effetti chimici in calorifici.

L' apparato più conveniente alla galvano-caustica chimica è quello che sviluppa in grado prevalente gli effetti chimici, colla più debole manifestazione delle altre due proprietà della corrente; un apparato semplice nel quale la tensione prevalga alla intensità, che perciò deve essere composto di molti elementi a piccola superficie. La pila di Volta a colonna od a corona di tazze, composta di dieci, venti, quaranta, ed in qualche caso anche maggior numero di elementi, dell' ampiezza non maggiore di cinque centimetri quadrati, coll' intermezzo di acqua salata od acidulata o meglio di aceto; oppure una sezione della mia pila a forza costante, sono i migliori apparati da usarsi nella galvano-caustica chimica. Con questi apparati non si manifesta elevazione di temperatura nei reofori quand' anche messi a mutuo contatto; questa disposizione non farebbe che opporsi allo sviluppo dell' azione chimica. Questa negli apparati indicati non è molto forte, ma è sufficiente alla formazione di profonde escare senza arrecare troppo grave dolore.

La corrente deve essere adoperata a circolo continuato per la durata di dieci a venti minuti, secondo gli effetti che si vogliono ottenere. Colla corrente continua riesce insensibile l' azione fisiologica, che è sempre proporzionata alla chimica in questi apparati. La corrente interrotta od a scosse, oltrechè riesce molesta, dà effetti chimici meno palesi.

La scelta degli elettrodi è oggetto della maggiore importanza nella galvano-caustica chimica, da essa dipende l' ottenere o l' evitare le cauterizzazioni del polo positivo. Negli

elettrodi devonsi considerare la materia di cui sono composti, il loro numero, la forma, il grado di pulimento.

Le materie di cui si fece uso finora sono il platino, l' oro, il carbone, il rame, l' acciajo e l' argento. Tutti si prestano egualmente alla galvano-caustica alcalina; perchè non esercitando su di essi alcuna azione chimica gli alcali animali, questi agiscono sui tessuti organici convertendoli in escara. Ad ottenere invece gli effetti della galvano-caustica acida è duopo impiegare il carbone, l' oro od il platino, sui quali gli acidi animali non esercitando alcuna azione chimica, questa viene tutta impiegata a ridurre ad escara i tessuti organici. Gli altri metalli (argento, rame, acciajo) non sono atti a questa cauterizzazione perchè, attaccati dagli acidi organici, rimangono separati dai tessuti in modo che l' elettrico non esercita più su di essi alcuna azione chimica. Essi però sebbene ossidati dall' azione chimica dell' elettrico possono servire ancora come mezzo di trasmissione della corrente, senza che questa eserciti la sua azione chimica sopra i tessuti organici. Così questi metalli ossidati per l' elettricità positiva possono servire a trasmettere anche l' elettricità negativa, con risparmio degli effetti caustici che le sono proprii. Questa loro proprietà fornisce l' unico mezzo di diffesa dei tessuti contro l' azione chimica della elettricità negativa nella elettro-puntura qualunque sia lo scopo pel quale viene eseguita. Se per esempio si volesse far passare la corrente tra due aghi infissi nei tessuti organici si preferiranno quelli d' acciajo e si applicherà prima il reoforo negativo della pila a poca distanza dal luogo dell' operazione per mezzo d' un eccitatore umido, ed il reoforo positivo sarà messo in comunicazione coll' ago destinato al polo negativo; così disposto, si lascierà agire la corrente finchè intorno all' ago non siasi formato e ben pronunciato il cerchiello nero che è caratteristico della sua ossidazione. Allora quest' ago verrà messo in comunicazione col polo negativo,

e l' altro col positivo, cui era destinato. L' efficacia di questo processo per preservare i tessuti dalle cauterizzazioni nella elettro-puntura venne confermata dalla benemerita Società Medico-chirurgica di Bologna, per gli esperimenti dei Dottori Torri e Gamberini (1). L' ossidazione dell' ago diffende i tessuti dall' azione caustica degli alcali organici, al quale scopo non valgono le vernici coibenti. Così quando gli aghi d' acciajo non sono ben tersi e lucenti occorre di osservare le cauterizzazioni non solo dalla parte del polo negativo, ma anche del positivo, e ciò avviene perchè manca la loro ossidazione, la quale costituisce l' unico mezzo di diffesa dei tessuti organici che si trovano a contatto degli aghi.

Usandosi il mezzo indicato per evitare le cauterizzazioni, l' elettro-puntura, colla quale l' elettrizzazione viene localizzata meglio che coi metodi di Duchenne, potrà essere ancora impiegata in molti casi di nevrosi, nella cura dei tumori cistici, dell' idrocele, dell' ascite, nei quali l' accidente di cui trattasi fece dimenticare i vantaggi già ottenuti. E qui torna opportuno ricordare il processo messo in pratica da Namias nell' applicare la corrente elettrica, nella cura dell' ascite e dell' idrope dell' ovaja, pel quale furono evitate le cauterizzazioni. Introdusse egli nell' addome due trequarti, le cannule dei quali, messe in comunicazione coi reofori di una pila a corona di tazze, vennero tosto otturate. La corrente elettrica esercitando la sua azione chimica decomponente sopra il fluido, di cui le cannule erano ripiene, risparmiò i tessuti organici da esse attraversati. L' azione dell' elettrico venne prolungata anche al tempo in cui si lasciò scorrere il liquido contenuto. La corrente elettrica quantunque non avesse esercitato alcuna azione chimica sopra i tessuti attraversati dalle cannule, nè destato sensibile

(1) *Bullettino delle scienze mediche di Bologna* — *Ottobre* 1857.

reazione, pure produsse nelle pareti delle morbose cavità un cambiamento vitale che tornò favorevole alla guarigione(¹).

Il carbone si presta quanto i metalli non ossidabili alle due specie di galvano-caustica chimica; forse esso richiede apparati di forza minore, perchè la reazione chimica compiendosi con maggiore energia, esso si riscalda ed il calorico, non scorrendo per esso, spiega i suoi effetti producendo vivissimo senso di bruciore ed alterando gli ordinarj fenomeni chimici. Adoperando il carbone le cauterizzazioni non potrebbero essere evitate che coll' intermezzo d' un conduttore umido, oppure della sostanza cerebrale o della muscolare, come quando si impiegano per elettrodi i metalli non ossidabili.

Quando si vogliono ottenere le cauterizzazioni da ambi i poli, pel positivo soltanto è necessario l' elettrodo di carbone, d' oro o di platino, potendo pel negativo servire gli altri metalli. Quando vogliasi una sola cauterizzazione, applicato l' elettrodo al tessuto che vuolsi cauterizzare, si collocherà l' altro a breve distanza sulla cute coll' intermezzo d' un conduttore umido. Quando si volesse ottenere nello stesso tempo un maggior numero di cauterizzazioni converrebbe adoperare un' apparato in proporzione più forte e suddividere i reofori sopra varii elettrodi, o meglio far agire nello stesso tempo due o più apparati elettromotori, o diverse sezioni d' un solo apparato, al che bene si presta il mio apparato a forza costante.

Gli elettrodi devono avere la forma più conveniente secondo le cauterizzazioni che si vogliono praticare. Quella di bottone o di lamina di varia forma ed ampiezza, di cilindro, di cono, di sciringa, di ago dello spessore di uno a due millimetri è la più conveniente. Gli elettrodi devono

(¹) *Namias — Op. cit.*

essere fortemente legati ai conduttori della pila; sarà meglio se vi saranno saldati. Quanto più la superficie degli elettrodi sarà pulita e lucente, tanto più pronti e profondi riesciranno gli effetti escarotici della corrente. I margini degli elettrodi piani devono essere tondeggianti onde la cauterizzazione abbia a riescire eguale in tutti i punti di contatto.

Onde la corrente elettrica eserciti la sua azione chimica decomponente sopra i tessuti organici fa duopo non solo che gli elettrodi vi si trovino ad immediato contatto, ma che vi siano mantenuti mediante compressione. Quanto più il contatto sarà esatto, tanto più energici saranno gli effetti dell' elettrico. Egli è perciò che servendosi dell' ago-puntura si ottengono i maggiori effetti escarotici, anche adoperando un' apparato di pochi elementi; e per essa questi effetti si estendono alle parti profonde. Un contatto meno esatto rende minore l' azione cauterizzante dell' elettrico; l' interposizione di un conduttore umido la risparmia quando sia di sufficiente spessore; uno strato troppo sottile non impedisce del tutto la cauterizzazione dei tessuti, la quale viene operata dai principii caustici organici o da uno dei componenti del conduttore umido reso libero. La sostanza cerebrale e la muscolare diffendono meglio i tessuti.

Le parti che si vogliono sottoporre alla galvano-caustica chimica devono presentare la condizione dei conduttori di seconda classe; devono essere molli ed avere un sufficente grado di umidità. La cute, molle naturalmente o per bagnuoli praticativi, oppure di recente spogliata dell' epidermide, le piaghe granulose, le ferite recenti offrono le condizioni più favorevoli, onde i tessuti organici sentano gli effetti dell' azione chimica dell' elettrico. Le condizioni contrarie, quali sarebbero la cuticola grossa e secca, e la cute stessa molto arrida, che costituirebbero un corpo coibente, uno strato gangrenoso di cui fosse coperta una piaga, dei corpi stranieri arrestati entro una ferita, la impediscono. Così

pure mancherebbe l' effetto se la parte fosse di soverchio bagnata perchè la corrente elettrica non sarebbe più limitata al contatto degli elettrodi, ma si spanderebbe in ogni verso suddividendosi di troppo la sua azione chimica e consumandosi questa snl liquido incontrato. L' effetto potrebbe pure mancare quando si avesse ad operare la cauterizzazione di una piaga o di una ferita, per la quale si impiegasse un' apparato elettromotore a debole tensione. Il lento agire della corrente può dar luogo all' eccitamento vitale della parte e ad una aumentata secrezione di umori, i quali spandendosi intorno disperderebbero l' azione della corrente. Nei casi accennati devesi dunque avere di mira di procurare una pronta cauterizzazione, il che si ottiene con una corrente dotata di sufficiente tensione, oome sarebbe da un apparato che consti almeno di quaranta elementi.

Parlando dei diversi modi di applicazione della corrente elettrica si disse come si possa ottenere una energica controirritazione od anche una azione escarotica impiegando due sole piastre di metalli differenti, unite tra loro per mezzo di un conduttore di rame saldato con esse, le quali vengano applicate sopra due parti del corpo in modo da formare una vera coppia, come quella della pila a colonna, nella quale i tessuti organici formino lo strato umido intermedio. In questo modo di applicazione le piastre non fanno l' ufficio di conduttori della corrente, ma promuovono la corrente essi stessi appena vengono messi al contatto dei tessuti organici; perciò gli effetti potranno riescire tanto più energici quanto più i due metalli saranno distanti nella scala degli elettromotori. Sebbene l' apparato risulti di un solo elemento, gli effetti chimici dell' elettrico riescono assai marcati, spiegandosi sopra i tessuti organici che si trovano ad immediato contatto colle piastre metalliche la stessa attività chimica che succede nel conduttore umido delle pile ordinarie. Gli effetti non sono semplici come quelli che si possono ottenere dall'uso

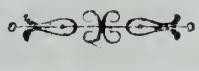
delle pile adoperate nel modo sopra indicato, nè identici a quelli. L' attività maggiore dell' elettrico è dalla parte dello zinco, l' azione chimica è accompagnata da fenomeni di esaltata vitalità, per la quale succede abbondante secrezione di umori che modifica gli effetti chimici dell' elettrico.

Le condizioni favorevoli ad ottenere gli effetti di questo modo di applicazione, stanno nella scelta dei metalli, nella condizione della loro superficie, ed in quella dei tessuti sui quali vengono applicati, nella durata dell' applicazione. Finora fu lo zinco che venne accoppiato col rame o coll' argento, sotto forma di piastre dell' ampiezza di tre a quattro centimetri, ben pulite e lucenti dalla parte che deve applicarsi ai tessuti. Uno degli elementi potrà variare di estensione e di forma quando si voglia applicare sopra una piaga, e potrà essere rappresentato da un cilindro o da una sciringa d' argento quando vogliasi agire sopra un seno fistoloso. La parte sulla quale intendesi di agire dovendo funzionare come lo strato umido della pila, importa trovisi convenientemente umida e molle. Si applicano perciò le lamine metalliche sopra due tratti di cute, cui sia stata all' istante tolta l' epidermide per l' estensione di circa due centimetri, collocando lo zinco ove si desidera il maggior effetto rivulsivo ed escarotico.

Si possono applicare le lamine sopra due piaghe già esistenti, oppure una delle lamine sopra una di queste e l' altra sopra la cute spoglia della cuticola; e nello stesso modo si potrà agire trattandosi d' un seno fistoloso, collocando il rame o meglio l' argento sulle parti piagate, avendo l' esperienza dimostrato come dalla parte del metallo che si elettrizza negativamente venga favorita la cicatrizzazione. In questi due ultimi casi, nei quali abbisogna l' effetto per parte di un solo dei metalli adoperati, si può mettere l' altro in comunicazione colla cute sana per mezzo di uno strato umido, come una spugna od un piumaciuolo di tela inzuppato

nell' acqua salata, o meglio nell' aceto, rinnovandolo più volte durante l' applicazione, la quale ordinariamente viene prolungata a non meno di 24 ore; operando in tal guisa si può ottenere l' effetto che si desidera, risparmiando la reazione vitale e la cauterizzazione che non mancherebbe di avvenire sotto la lamina zinco. Ad assicurare l' effetto dell' applicazione fa duopo la lucentezza del metallo ed il suo esatto combaciamento colle parti sulle quali deve esercitare l' azione elettromotrice.

Operando nel modo sopraindicato vidi migliorata la condizione morbosa di una lunga fistola sottomuscolare alla coscia destra in un soggetto scofoloso e cachettico. Una sciringa d' argento ben tersa e lucente venne introdotta nel seno fistoloso, ad essa fu assicurata con legatura l' estremità di un filo di rame, l' altro capo del quale era saldato ad una lamina di zinco; questa venne collocata sulla cute spoglia dell' epidermide in corrispondenza della metà del tragitto del seno fistoloso, nel duplice scopo di ottenere il più esatto contatto ed una reazione organico-vitale che coadjuvasse l' azione chimica dell' elettrico sopra il seno fistoloso. Infatti vi ebbe sufficiente reazione alla cute con formazione di un' escara che ne interessava tutto lo spessore; nel seno fistoloso l' ammalato non provò che un senso di calore, dall' apertura di esso esciva un tenue umore gialliccio nel tempo dell' applicazione che durò 24 ore. L' effetto ottenuto si limitò alla diminuzione della suppurazione, mostrandosi la marcia più densa e di qualità migliore.



CAPO VII.

Sul valore pratico della galvano-caustica chimica.

Il merito della galvano-caustica chimica rilevasi dal confronto di essa cogli altri mezzi di cauterizzazione. Come il calore elettrico produce gli effetti del fuoco e del ferro rovente abbruciando e carbonizzando, così l' azione chimica della corrente produce sui corpi organizzati gli effetti degli agenti chimici che valgono a scomporli ed a formare con essi nuovi prodotti, vale a dire gli effetti dei caustici chimici o potenziali. Dal confronto dei mezzi che si richiedono, non che degli effetti calorifici cogli effetti chimici dell' elettrico e di questi cogli effetti dei caustici potenziali, emergono le circostanze che possono far decidere per la scelta della galvano-caustica chimica a preferenza degli altri due modi di cauterizzazione.

Per la galvano-caustica termica si esigono apparati speciali dotati di molta intensità, come le pile di Grove e di Grenet (1) e quelle in generale composte di elementi a

(1) *La descrizione di questo utilissimo apparato trovasi nella memoria colla quale feci conoscere il mio apparato elettromotore a forza costante. — Politecnico.* 1862.

grande superficie; fanno parte dell' apparato i porta conduttori appositamente costrutti. Per la galvano-caustica chimica in vece servono gli apparati i più semplici e comuni, come le pile a colonna ed a corona di tazze, oppure il mio apparato elettromotore; i reofori nulla hanno di particolare; gli elettrodi possono variare di forma e di dimensione secondo il bisogno.

Il filo arroventato si presta a cauterizzare un tratto superficiale, od un tragitto profondo, cui sia condotto attraverso; ad aprire un seno fistoloso; a recidere un tumore alla base ed a cauterizzare parti profonde senza attraversarle quando sia piegato a forma di ansa. La facoltà di incidere le parti facendo agire il filo a guisa di sega è tutta propria ed esclusiva della galvano-caustica termica, ma porta seco due inconvenienti che fanno mancare talvolta l' effetto, la facile rottura del filo, e la mancata incandescenza in forza dell' emorragia che accompagna la recisione, non agendo il calore elettrico abbastanza profondamente per impedirla. Alle altre indicazioni soddisfa egualmente la galvano-caustica chimica, colla differenza che gli effetti di questa invece di essere istantanei si compiono lentamente, in un lasso di tempo però da permettere l' uso degli anestetici; i suoi effetti sono più sicuri; le escare riescono più profonde e come quelle dei caustici potenziali. Mentre colla galvano-caustica termica si può fare una sola cauterizzazione per volta, colla chimica se ne possono fare contemporaneamente quante se ne desiderano. L' ansa di platino che serve alla prima ha duopo di una cavità o ferita sufficiente a riceverla quando la parte da cauterizzarsi non possa essere attraversata dal filo, invece coll' ago-puntura applicabile alla galvano-caustica chimica si possono eseguire cauterizzazioni limitate e profonde valendosi della ferita fatta da un sottilissimo ago; proprietà che può dirsi eslusiva di questo modo di cauterizzazione. Per questa proprietà la galvano-caustica chimica

potrà forse essere preferita alla termica usata da Tavignot per formare la pupilla artificiale, e per praticare un' apertura nel mezzo della lente cristallina opacata ([1]). Ma di ciò decideranno le esperienze sul cadavere e sugli animali viventi, e le prove cliniche. L' irradiazione calorifica del filo incandescente può nuocere alle parti vicine a quelle che vengono sottoposte alla sua azione; mentre la sfera d' azione della galvano-caustica chimica viene regolata dall' operatore e può essere limitata ai punti di contatto degli elettrodi coi tessuti organici.

Da questo confronto fra i due modi di cauterizzazione per l' elettrico risulta: che la galvano-caustica chimica può essere sostituita alla termica, come i caustici potenziali si sostituiscono nella maggior parte dei casi al caustico attuale; che l' applicazione della prima è più comoda, più facile, e può estendersi ad un maggior numero di casi; che gli effetti della galvano-caustica chimica, più sicuri della termica, si possono ottenere molteplici nello stesso tempo e limitati al grado necessario, anche nelle parti profonde meglio che con qualunque altro mezzo di cauterizzazione.

Ora volendo confrontare gli effetti della galvano-caustica chimica con quelli dei caustici chimici i più adoperati nella pratica, onde indagare in quali casi possa essere a questi sostituita conviene distinguere gli effetti chimici del polo positivo (galvano-caustica acida) da quelli prodotti dal polo negativo (galvano-caustica alcalina), e confrontarli cogli effetti dei caustici chimici acidi e con quelli degli alcalini. Per l' elettricità positiva si producono effetti caustici più o meno pronunciati, e vere escare, che hanno caratteri quasi identici a quelli che si ottengono per gli acidi concentrati o meglio pei caustici metallici, come i cloruri d' antimonio,

([1]) *Mémoires pratiques sur les maladies des yeux par le D. Tavignot — Paris* 1860.

di mercurio, di zinco, ridotti sotto forma di pasta. L' acido di cui vanno composti questi caustici, combinandosi al tessuto organico nell' atto stesso che abbandona la base metallica, produce cauterizzazioni ed escare secche, circoscritte, con coagulazione del sangue, il cui distacco si opera più prontamente di quello delle escare prodotte dagli alcali e senza una suppurazione molto copiosa. Il principio attivo di questi caustici, come gli acidi concentrati e come i principii che si radunano intorno all' elettrodo positivo, sono essenzialmente elettro-negativi; agiscono sulla cute priva o no dell' epidermide, l' escara da essi prodotta è circondata da reazione infiammatoria. Come i caustici metallici servono a distruggere il tessuto cutaneo per aprire emuntorj, ed i tessuti di morbosa formazione, alla profondità desiderata dall' operatore, allo stesso scopo può servire la galvano-caustica acida in un tempo più breve e con risparmio di prolungato dolore, e ciò a compenso della più comoda e facile applicazione dei caustici metallici. Colla galvano-caustica acida non si hanno a temere gli effetti dell' assorbimento della base metallica che rimane libera ed unita all' escara dietro l' uso dei caustici metallici.

I principii che si raccolgono intorno all' elettrodo negativo nella galvano-caustica alcalina sono elettro-positivi come lo sono essenzialmente i caustici alcalini. Come questi, e particolarmente come l' ammoniaca, la potassa caustica, la pasta di Vienna, l' elettricità negativa spiega i suoi effetti sulla cute spoglia o no dell' epidermide; scioglie i tessuti producendo escare molli, meno circoscritte di quelle prodotte dall' elettricità positiva e dai caustici metallici; ma più circoscritte di quelle prodotte dai caustici alcalini; la cui caduta è egualmente tardiva ed accompagnata da abbondante suppurazione, con poca infiammazione periferica.

Gli effetti dell' elettricità negativa sono più facili ad ottenersi che quelli della positiva, perciò potrà essere preferita

la galvano-caustica alcalina a soddisfare le stesse indicazioni della galvano-caustica acida quando non si esigga una rigorosa circoscrizione della cauterizzazione, e quando si calcoli anche sull' effetto di una copiosa suppurazione.

Sì l' uno che l' altro dei due modi di galvano-caustica chimica offrono il vantaggio di poter agire profondamente entro i tessuti, circoscrivendone l' effetto ad un tratto assai limitato quando venga associato all' ago-puntura; il che non si può ottenere coi caustici chimici e fra questi neppure coi metallici; i quali applicati a guisa di setoni o di freccie richiedono sempre una ferita più ampia se si vogliono introdurre tra le parti profonde, nelle quali poi oltre l' escara lasciano la base metallica, il cui assorbimento può riescire nocivo.

Ora rimane a dirsi della galvano-caustica chimica operata per mezzo di due sole piastre metalliche fra le quali il tessuto organico tiene il posto dello strato umido della pila. Le esperienze sul cadavere provano come questo semplice apparecchio basti a promuovere un' azione chimica cauterizzante, acida dalla parte dello zinco come il metallo che si eletrizza in più, verso il quale si portano i principj organici elettro-negativi, ed alcalina dalla parte del rame o dell' argento, i quali elettrizzandosi in meno attraggono i principj organici elettro-positivi.

Gli effetti delle applicazioni nel soggetto vivente meritano di essere studiati per mezzo di diligenti osservazioni. Quelle che possediamo dimostrano che l' azione chimica, operandosi lentamente nel lasso di molte ore, va accompagnata alla reazione organico-vitale che si manifesta con vivo dolore, con turgore delle parti assoggettate alla prova, e con abbondante secrezione di umori; questi effetti secondarj complicano l' azione chimica la quale però non manca di manifestarsi con pieno effetto dalla parte dello zinco, ma viene elisa sotto la lamina negativa ove gli effetti escarotici riescono

appena sensibili; quivi invece per effetto della vitalità modificata viene favorita la cicatrizzazione delle piaghe e dei seni fistolosi. Questa può dirsi la prevalente e speciale qualità di questo modo di applicazione, dalla quale si potrà trarre utile partito nella pratica, meglio che dall' effetto caustico che si può ottenere sotto la lamina zinco, il quale potrà riescire utile solo quando vogliasi associare la cauterizzazione ad una energica rivulsione, come nella cura delle profonde alterazioni articolari e di alcune gravi affezioni nervose, nelle quali vennero di già fatte utili prove. Ma quando vogliasi dall' elettrico il solo effetto escarotico sarà sempre meglio impiegare la corrente della pila, colla quale quest' effetto si può ottenere in breve tempo da ambi i poli.

Queste cose generali intorno all' utile che la pratica medica può ricavare dalla galvano-caustica chimica basta di avere qui brevemente esposte, spettando alle prove cliniche ripetute ed a studj più estesi e profondi, sussidiati dalle indagini chimiche lo stabilire il vero valore pratico e le regole di applicazione che ai singoli casi possono meglio convenire.

L' utile della galvano-caustica chimica non devesi ritenere limitato alle applicazioni terapeutiche; un grande avvenire vedesi ad essa riservato nella scienza chimica. Per mezzo di essa già si giunge a separare dall' organismo animale vivente i principii acidi ed alcalini che entrano nella sua composizione; vedesi un' effetto chimico dei primi sopra i differenti metalli di cui sono composti gli elettrodi, formando con essi degli ossidi, dall' esame dei quali i chimici potranno precisarne le qualità; vedonsi i differenti effetti sia degli acidi sia degli alcali organici sopra i tessuti stessi in modo da potersi quasi determinare, dalla qualità delle alterazioni avvenute, quali siano gli acidi e gli alcali che le produssero. Questi principii resi liberi, nello stesso modo che vengono assoggettati alla prova chimica colla carta

esploratoria, potranno nel loro stato nascente essere assaggiati coi reagenti chimici, onde meglio conoscerne la qualità, le proprietà e le differenze confrontandoli coi prodotti delle sostanze organiche prive di vita. Quindi la galvano-caustica chimica, offrendo un mezzo di analisi chimica di alcuni principii che entrano nella composizione degli umori e dei tessuti organizzati viventi, può dar luogo a ricerche nuove ed importantissime; le quali, come le vivisezioni giovarono alla fisiologia, potranno condurre a meglio conoscere i componenti chimici della macchina animale vivente ed a rilevare nei componenti stessi delle qualità che forse scompajono col cessare della vita per essere sostituite da altre.

FINE